

FABIANE PICININ DE CASTRO

**INFLUÊNCIA DE DIFERENTES PROPORÇÕES DE SORO DE QUEIJO E
OLIGOFRUTOSE SOBRE AS PROPRIEDADES DE BEBIDAS LÁCTEAS
FERMENTADAS SIMBIÓTICAS**

FLORIANÓPOLIS

2007



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DOS ALIMENTOS

Fabiane Picinin de Castro

**INFLUÊNCIA DE DIFERENTES PROPORÇÕES DE SORO DE QUEIJO E
OLIGOFRUTOSE SOBRE AS PROPRIEDADES DE BEBIDAS LÁCTEAS
FERMENTADAS SIMBIÓTICAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos do Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, como requisito final para a obtenção do título de Mestre em Ciência dos Alimentos.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Elane Schwinden Prudêncio

Florianópolis

2007

**INFLUÊNCIA DE DIFERENTES PROPORÇÕES DE SORO DE QUEIJO E
OLIGOFRUTOSE SOBRE AS PROPRIEDADES DE BEBIDAS LÁCTEAS
FERMENTADAS SIMBIÓTICAS**

Por

Fabiane Picinin de Castro

Dissertação aprovada como requisito final para obtenção do título de Mestre no
Programa de Pós-graduação em Ciência dos Alimentos, pela comissão formada por:

Presidente:

Prof^ª. Dr^ª. Elane Schwinden Prudêncio (UFSC)

Membro:

Prof^ª. Dr^ª. Neila Silvia Pereira dos Santos Richards (UFSC)

Membro:

Prof^ª. Dr^ª. Renata Dias de Mello Castanho Amboni (UFSC)

Membro:

Prof. Dr. Pedro Luiz Manique Barreto (UFSC)

Coordenadora:

Prof^ª. Dr^ª. Marilde T. Bordignon Luiz (UFSC)

Florianópolis, dezembro de 2007.

Dedico

*A meus pais Valdir e Maria de Lourdes,
os maiores incentivadores na busca pelos meus objetivos.*

Agradecimentos

A Deus, por todas as coisas boas que têm acontecido em minha vida.

A minha família, por todo apoio, incentivo e por sempre acreditarem em mim.

Ao Renan, pelo amor, paciência, compreensão e companheirismo.

Ao Edson, Sueli e Igor, minha segunda família, pela amizade, conselhos e incentivo.

À Prof^a. Elane, por ter sido uma orientadora presente e dedicada, pela amizade e alto-astral.

Aos colegas do Laboratório de Leite e derivados: Letícia, Marco, Carlise, Juliana, Prof. Honório e em especial ao Thiago, pela amizade e grande contribuição neste trabalho.

À Prof^a. Edna, pela amizade, cuidado e apoio nas decisões.

Às meninas do Laboratório de Frutas e Hortaliças: Ângela, Iolanda, Luísa, Leila, Cristiane, e em especial a Karina Simas, Rossana, Manoela, Karina Tramonte e Eloísa, pela amizade, carinho e disposição para ajudar nas análises.

A Leila Falcão, pela grande amizade, pelos conselhos, incentivo em todas as horas, pela incansável disposição em ajudar.

Ao Prof. Ernani, Eunice, Roberta, Rosane e Anita pelo auxílio nas análises.

Ao Prof. Paulo Ogliari e à Cony, pela ajuda no delineamento experimental e análise dos resultados.

Aos professores da banca, pela fundamental colaboração, em especial a Prof^a. Renata, pelas valiosas sugestões na análise sensorial, ao Prof. Pedro pelo auxílio na Reologia e à Prof^a. Neila, minha quase orientadora, pelo aceite imediato em contribuir para este trabalho.

Aos julgadores da análise sensorial.

A todos os professores e funcionários do Depto. de Ciência e Tecnologia dos Alimentos.

Ao Programa de Pós-graduação, ao Depto. de Ciência e Tecnologia dos Alimentos, à Universidade Federal de Santa Catarina.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

Às empresas Chr. Hansen e Clariant.

A todos aqueles que realmente torceram e que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

Muito Obrigada!

“O Homem é do tamanho do seu sonho.”

Fernando Pessoa

CASTRO, Fabiane Picinin. **Influência de diferentes proporções de soro de queijo e oligofrutose sobre as propriedades de bebidas lácteas fermentadas simbióticas.** 2007. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Programa de Pós-graduação em Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis – SC.

Resumo

Em uma primeira etapa foi avaliada a influência de diferentes proporções de soro de queijo e oligofrutose nas propriedades tecnológicas (tempo de fermentação, acidez, índice de sinerese) e população de bactérias probióticas de bebidas lácteas. A partir de um delineamento experimental composto central (CCD) foram elaboradas bebidas lácteas fermentadas por *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus*, *Lactobacillus acidophilus* LA-5 e *Bifidobacterium* BB-12 com diferentes proporções de soro (27,93; 30; 35; 40; 42,07 %) e oligofrutose (1,379; 2; 3,5; 5; 5,621 %). Através da metodologia de superfície de resposta, observou-se que a oligofrutose, nas concentrações avaliadas, não apresentou influência significativa ($p > 0,05$) nas variáveis respostas, enquanto que a proporção de soro influenciou ($p < 0,05$) somente o índice de sinerese das bebidas lácteas. Em uma segunda etapa, foram elaboradas três bebidas lácteas fermentadas pela mesma cultura láctica, com 30 % de soro em substituição ao leite, adicionadas de oligofrutose (controle – sem adição, 2 e 5 %). Foi avaliado o efeito da incorporação de oligofrutose nas propriedades microbiológicas e físico-químicas, no comportamento de fluxo, no perfil de textura instrumental e nas características sensoriais destas bebidas. Todas as bebidas foram consideradas probióticas, pois apresentaram contagem de células viáveis iguais a 10^6 UFC/mL. A adição de oligofrutose resultou em bebidas com maior conteúdo de sólidos totais e carboidratos totais ($p < 0,05$), sendo que os demais atributos físico-químicos não foram influenciados ($p > 0,05$). Todas as bebidas apresentaram comportamento não-Newtoniano, com características pseudoplásticas e presença de tixotropia, sendo esta menos acentuada nas bebidas com oligofrutose. Nestas bebidas, foi também observada uma redução na viscosidade aparente (η), índice de consistência (K) e energia de ativação (Ea) e aumento do índice de comportamento de fluxo (n) e do fator de frequência (A). A incorporação de oligofrutose na concentração de 5 % contribuiu para a obtenção de uma bebida láctea com maior firmeza e gomosidade ($p < 0,05$), no entanto não foi observada influência sobre a

adesividade ($p > 0,05$). As bebidas com 2 e 5 % de oligofrutose foram preferidas sensorialmente ($p < 0,05$) em relação ao controle, apresentando também boa aceitabilidade global, com médias acima de 7 (gostei moderadamente). Quanto à intenção de compra, a maioria dos julgadores compraria as bebidas adicionadas de oligofrutose. A concentração de oligofrutose utilizada aliada à população de probióticos foi suficiente para conferir propriedades funcionais às bebidas lácteas fermentadas.

Palavras-chave: bebida láctea, soro de queijo, probióticos, oligofrutose, físico-química, análise sensorial.

CASTRO, Fabiane Picinin. **Influence of different cheese whey and oligofructose contents on the properties of fermented symbiotic lactic beverages.** 2007. Dissertation (Master on Food Science) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis – SC.

Abstract

In a first stage, it was evaluated the influence of different cheese whey and oligofructose contents in technological properties (fermentation time, acidity, syneresis index) and population of probiotic bacteria in lactic beverages. From a central composite design were manufactured lactic beverages fermented by *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus*, *Lactobacillus acidophilus* LA-5 and *Bifidobacterium* BB-12 with different cheese whey content (27.93; 30; 35; 40; 42.07 %) and oligofructose concentration (1.379; 2; 3,5; 5; 5.621 %). According to response surface methodology, it was observed that oligofructose, in the concentrations evaluated, did not influence significantly the responses ($p > 0.05$), while the cheese whey content influenced ($p < 0.05$) only the syneresis index of lactic beverages. In a second stage, three lactic beverages fermented by the same lactic culture were manufactured, with 30 % of cheese whey, added of oligofructose (control – without addition, 2 and 5 %). It was evaluated the effect of the incorporation of oligofructose on the microbiological and physico-chemical properties, in the flow behavior, the instrumental texture profile and sensory characteristics of these beverages. All lactic beverages were considered probiotics, since they presented counts of *Lactobacillus acidophilus* LA-5 and *Bifidobacterium* BB-12 equal to 10^6 CFU/mL. The addition of oligofructose resulted in lactic beverages with higher total solids and total carbohydrates contents ($p < 0.05$), not changing the other physico-chemical parameters ($p > 0.05$). All beverages presented non-Newtonian behavior, with shear thinning characteristics and presence of thixotropy, which is less pronounced in beverages added to oligofructose. In this beverages was also observed a decrease in the apparent viscosity (η), the consistency index (K) and activation energy (Ea) and increase in the flow index (n) and the frequency factor (A). The incorporation of oligofructose in the concentration of 5 % contributed to the achievement of a lactic beverage with higher firmness and gumminess ($p < 0.05$), however it was not observed influence on the adhesiveness ($p > 0.05$). The beverages with 2 and 5% of oligofructose were sensory preferred in relation to the control ($p < 0.05$), also showing good overall

acceptability, with averages above 7 (like moderately). As to the purchase intention, most judges would buy the beverages supplemented with oligofructose. The oligofructose concentration used in conjunction with the population of probiotics was enough to confer functional properties to fermented lactic beverages.

Keywords: lactic beverage, cheese whey, probiotic, oligofructose, physico-chemical, sensory analysis.

Lista de figuras

Capítulo 1

Figura 1	Estrutura da Inulina.	31
Figura 2	Curva padrão para determinação dos parâmetros de Análise Instrumental do Perfil de Textura (TPA) obtida pela relação entre a força e o tempo através de dois ciclos de penetração.	39
Figura 3	Curvas de fluxo de alguns tipos de fluidos.	41
Figura 4	Curvas de fluxo para fluidos não-Newtonianos dependentes do tempo.	42

Capítulo 2

Figura 1	(A) Gráfico dos valores preditos <i>versus</i> observados para o índice de sinerese. (B) Gráfico dos resíduos <i>versus</i> valores observados para o índice de sinerese das bebidas lácteas fermentadas.	69
Figura 2	Análise de superfície de resposta do índice de sinerese (mL) de bebidas lácteas fermentadas em função da concentração de oligofrutose e proporção de soro.	71

Capítulo 3

Figura 1	Relação entre viscosidade aparente x taxa de deformação das bebidas lácteas: Controle (▲), A – 2 % de oligofrutose (■) e B – 5 % de oligofrutose (●).	89
Figura 2	Área de histerese das bebidas lácteas Controle, A (2% oligofrutose) e B (5% oligofrutose).	91
Figura 3	Efeito da temperatura na viscosidade das bebidas lácteas Controle (▲), A – 2 % oligofrutose (■) e B – 5 % oligofrutose (●).	92
Figura 4	Análise de componentes principais (ACP) para os parâmetros obtidos na Análise Instrumental do Perfil de Textura (TPA) das bebidas lácteas Controle, A (2 % oligofrutose) e B (5 % oligofrutose).	94

Lista de tabelas

Capítulo 1

Tabela 1	Composição química média do leite de vaca.	21
Tabela 2	Variação percentual da composição dos soros de queijo doce e ácido.	23
Tabela 3	Ocorrência natural de inulina e oligofrutose em alimentos.	32

Capítulo 2

Tabela 1	Variáveis e níveis de variação do experimento.	65
Tabela 2	Delineamento experimental Composto Central para duas variáveis para elaboração das bebidas lácteas.	66
Tabela 3	Avaliação das propriedades tecnológicas e microbiológicas das bebidas lácteas elaboradas segundo o delineamento experimental Composto Central (CCD).	68
Tabela 4	Análise de variância dos valores de índice de sinerese de bebidas lácteas fermentadas.	69

Capítulo 3

Tabela 1	Caracterização físico-química média das bebidas lácteas Controle, A (2 % oligofrutose) e B (5 % oligofrutose).	88
Tabela 2	Parâmetros reológicos obtidos pelo modelo Lei da Potência para as bebidas lácteas Controle, A (2 % oligofrutose) e B (5 % oligofrutose).	90
Tabela 3	Resultados dos parâmetros obtidos na análise instrumental do perfil de textura das bebidas lácteas Controle, A (2 % oligofrutose) e B (5 % oligofrutose).	93
Tabela 4	Distribuição das notas (%) de acordo com a preferência dos julgadores ($n = 36$) na análise sensorial das bebidas lácteas Controle, A (2 % oligofrutose) e B (5 % oligofrutose).	95

Sumário

Introdução	16
Capítulo 1 – Revisão bibliográfica	19
1.1 Leite	20
1.2 Soro de queijo	22
1.3 Leite fermentado	24
1.4 Probióticos	26
1.5 Prebióticos	30
1.6 Análise sensorial	35
1.7 Análise Instrumental do Perfil de Textura (TPA)	37
1.8 Reologia	40
Referências bibliográficas	44
Capítulo 2 – O emprego de diferentes proporções de soro de queijo e oligofrutose no desenvolvimento de bebida láctea funcional.	60
Resumo	61
Abstract	62
1 Introdução	63
2 Material e métodos	65
2.1 Delineamento experimental	65
2.2 Elaboração das bebidas lácteas	66
2.3 Avaliação das propriedades tecnológicas e microbiológicas	67
2.4 Análise estatística	67
3 Resultados	68
4 Discussão	71
Referências bibliográficas	74
Capítulo 3 – Efeito da incorporação de oligofrutose nas propriedades de bebidas lácteas fermentadas probióticas.	79
Resumo	80
Abstract	81

1 Introdução	82
2 Material e métodos	83
2.1 Material	83
2.2 Obtenção do soro de queijo	83
2.3 Elaboração das bebidas lácteas	84
2.4 Propriedades microbiológicas	84
2.5 Propriedades físico-químicas	84
2.6 Propriedades de fluxo	85
2.7 Análise Instrumental do Perfil de Textura (TPA)	86
2.8 Avaliação sensorial	86
2.9 Análise estatística	87
3 Resultados e discussão	87
3.1 Propriedades microbiológicas	87
3.2 Propriedades físico-químicas	87
3.3 Propriedades de fluxo	88
3.4 Análise Instrumental do Perfil de Textura (TPA)	92
3.5 Avaliação sensorial	94
Referências bibliográficas	96
Conclusões	102
Anexos	103
Anexo A – Trabalhos parciais apresentados em eventos.	104
Anexo B – Submissão do artigo “The utilization of different content of cheese whey and oligofructose in the development of functional lactic beverages” para publicação no “ Nutrition Research ” (ISSN: 0271-5317).	113
Anexo C – Certificado de análise de garantia da qualidade da oligofrutose Raftilose P95, Beneo [®] (Clariant - Orafiti).	116
Anexo D – Parecer de aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa com seres humanos da UFSC.	119
Anexo E – Ficha para avaliação sensorial do teste de ordenação – preferência.	121
Anexo F – Ficha para avaliação sensorial dos testes de aceitabilidade global e intenção de compra.	123
Anexo G – Informativo distribuído aos julgadores após a avaliação sensorial.	125

Introdução

O soro de queijo, produto secundário da indústria láctea, é reconhecido por apresentar importantes propriedades nutricionais e funcionais, devido ao teor de aminoácidos sulfurados presentes em suas proteínas, caracterizando-as como de alto valor biológico (SINHA et al., 2007). Ming (2002) afirma que os teores de aminoácidos essenciais do soro estão de acordo com as exigências da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO) e da Organização Mundial de Saúde (OMS). Segundo alguns autores, o uso adequado deste tipo de produto ajudaria a indústria a reduzir problemas relativos ao seu descarte (ALMEIDA; BONASSI; ROÇA, 2000; ALMEIDA; BONASSI; ROÇA, 2001; ZACARCHENCO; MASSAGUER-ROIG, 2004; MAGENIS et al., 2006).

Almeida, Bonassi e Roça (2000) afirmam que a conversão do soro líquido em bebidas, fermentadas ou não, seria uma das mais atrativas opções devido à simplicidade do processo, a possibilidade de uso dos equipamentos já existentes na usina de beneficiamento de leite, além da composição físico-química apresentada. Atualmente, no Brasil, o processo tradicional de produção de bebidas lácteas fermentadas utiliza soro em pó, muitas vezes importado (THAMER; PENNA, 2005), enquanto os soros líquidos gerados pelas indústrias brasileiras, em sua grande maioria, ainda são direcionados ao tratamento de efluentes, à alimentação animal e como fertilizante no solo.

Tamime e Robinson (2000) destacam que mundialmente tem aumentado de maneira notável o consumo de bebidas lácteas fermentadas. No ano de 1995, foi observado um aumento de 17 % no consumo deste tipo de bebida no Brasil (IGLÉCIO, 1995). No Estado de Santa Catarina, no ano de 2003, o setor lácteo contribuiu com a produção de 9,5 milhões de litros de bebida láctea (OLIVEIRA, 2004), proporcionando desta forma uma nova alternativa alimentar para o setor.

Segundo Urala e Lähteenmäki (2007) alimentos funcionais são classificados como produtos que, além de exercer as suas funções nutricionais, promovem benefícios à saúde, quando consumidos regularmente, no entanto, sem curar doenças. Nesta categoria de alimentos encontram-se os prebióticos e os probióticos (KIP; MEYER; JELLEMA, 2006). Pertencente aos prebióticos, a oligofrutose é uma fibra dietética

solúvel que pode ter os seus efeitos benéficos ampliados quando empregada conjuntamente com probióticos (HOLZAPFEL; SCHILLINGER, 2002), microrganismos vivos que devem ser administrados em determinada contagem de células viáveis, estabelecida pela legislação vigente (VINDEROLA; BAILO; REINHEIMER, 2000).

Atualmente culturas mistas contendo bactérias empregadas no processo de fermentação de iogurtes vêm sendo utilizadas a fim de incentivar o crescimento de bactérias probióticas. Gomes e Malcata (1999) afirmam que é um pré-requisito para se obter contagens ideais de probióticos, a utilização de fatores promotores de crescimento. A utilização de soro de queijo (HA; ZEMEL, 2003), assim como a adição de fibras prebióticas (WALIGORA-DUPRIET et al., 2006) poderia melhorar a taxa de multiplicação e a viabilidade de bactérias probióticas em leites fermentados.

O emprego de soro de queijo líquido e oligofrutose na produção de bebida láctea, constitui também uma forma racional do aproveitamento do soro e fibra dietética natural em um produto inovador. Através desse estudo é possível ampliar os conhecimentos relativos ao comportamento das bactérias probióticas na presença de oligofrutose e, por sua vez, o comportamento desta fibra na presença da mistura leite e soro de queijo. Informações referentes ao comportamento de prebióticos, principalmente da oligofrutose, em produtos lácteos fermentados são praticamente inexistentes.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência de diferentes proporções de soro de queijo e oligofrutose nas propriedades de bebidas lácteas fermentadas simbióticas.

Este trabalho será apresentado na forma de artigos divididos nos seguintes capítulos:

- (a) Capítulo 1 – embasamento bibliográfico abordando os principais temas envolvidos no trabalho: leite, soro de queijo, leite fermentado, probióticos, prebióticos, análise sensorial, análise instrumental do perfil de textura (TPA) e reologia.

- (b) Capítulo 2 – O emprego de diferentes proporções de soro de queijo e de oligofrutose no desenvolvimento de bebida láctea funcional, cujo objetivo foi avaliar as propriedades tecnológicas (tempo de fermentação, acidez e índice de sinerese) e a população de bactérias probióticas em bebidas lácteas fermentadas simbióticas.

- (c) Capítulo 3 – Efeito da incorporação de oligofrutose nas propriedades de bebidas lácteas fermentadas probióticas, cujo objetivo foi avaliar as características físico-químicas, comportamento de fluxo, perfil de textura instrumental e características sensoriais das bebidas lácteas.

Os comprovantes dos trabalhos parciais publicados em eventos científicos da área estão apresentados em anexo (Anexo A).

CAPÍTULO 1

Revisão bibliográfica

1 Revisão bibliográfica

1.1 Leite

Com uma produção de aproximadamente 25 bilhões de litros de leite no ano de 2006, o Brasil apresenta a sexta colocação entre os maiores produtores mundiais (BRASIL, 2007b; MARCONDES, 2007). Atualmente, o leite está entre os seis produtos mais importantes da agropecuária brasileira, à frente inclusive de *commodities* tradicionais como café e o suco de laranja (VILELA, 2006; BRASIL, 2007a), desempenhando papel relevante para a população como alimento, gerando empregos e contribuindo para a renda (VILELA; BACILA; TASTALDI, 2002).

No início da década de 90 ocorreram mudanças em toda a cadeia agroindustrial do leite. Consumidores cada vez mais exigentes em qualidade e preços passaram a requerer uma variedade de produtos. O estímulo à melhoria da qualidade, além de valorizar o produto, traz também ganhos pelo aumento da produtividade e redução de desperdícios, seja da produção, do setor industrial ou do próprio varejo (VILELA et al., 2001).

Do ponto de vista biológico, o leite é definido como o produto resultante da ordenha de fêmeas leiteiras, cuja função natural é a alimentação dos recém-nascidos (FREDEEN, 1996). Já do ponto de vista físico-químico, o leite é considerado uma mistura homogênea de substâncias como lactose, glicerídeos, proteínas, sais, vitaminas, enzimas, entre outras (ORDÓÑEZ et al., 2005).

O leite normalmente apresenta sabor suave, agradável e levemente doce; coloração branco opaca (AMIOT, 1991); odor característico e consistência homogênea. Porém, suas características físico-químicas dependem dos teores e da distribuição das partículas de seus componentes (SPREER, 1991). A composição química média do leite de vaca (Tabela 1) varia com a espécie e raça, além de fatores individuais como idade, fase de lactação, alimentação, sazonalidade, clima, entre outros (FREDEEN, 1996; FENNEMA, 2000; ELGERSMA; TAMMINGA; ELLEN, 2006; PALMQUIST; STELWAGEN; ROBINSON, 2006).

Tabela 1: Composição química média do leite de vaca.

Componentes	Teor (% m/m)	Variação (% m/m)
Água	86,60	85,40 - 87,70
Gordura	4,10	3,40 - 5,10
Proteínas	3,60	3,30 - 3,90
Lactose	5,00	4,90 - 5,00
Sais minerais	0,70	0,68 - 0,74

Fonte: Fennema (2000).

As proteínas do leite são divididas principalmente em caseínas e proteínas do soro. As caseínas são proteínas globulares, que representam cerca de 80% do teor protéico total do leite (MADRID; CENZANO; VICENTE, 1996; FENNEMA, 2000), precipitando em pH 4,6 e sob ação de enzima coagulante (AMIOT, 1991). O restante do teor protéico é composto pelas proteínas do soro, principalmente β -lactoglobulina e α -lactoalbumina, que precipitam por ação do calor (90 a 100°C) em presença de ácido (AMIOT, 1991; MADRID; CENZANO; VICENTE, 1996; FENNEMA, 2000). As caseínas formam partículas coloidais (micelas), compostas por diversas frações desta proteína, entre elas α , β , γ e κ -caseína, enquanto as proteínas do soro encontram-se dissolvidas na fase aquosa do leite (SPREER, 1991; ORDÓÑEZ et al., 2005).

Representando cerca de 96 a 98 % do total de lipídios do leite, os triglicerídeos encontram-se na forma de glóbulos esféricos com diâmetro variando entre 2 e 10 μ m (AMIOT, 1991; VARNAM; SUTHERLAND, 1995; FENNEMA, 2000). Os principais ácidos graxos que compõem a gordura do leite são o oleico, palmítico, esteárico, mirístico, láurico e butírico (MADRID; CENZANO; VICENTE, 1996).

A lactose, dissacarídeo composto por resíduos de glicose e galactose unidos por ligação glicosídica β 1-4, é o principal açúcar do leite (ORDÓÑEZ et al., 2005). Com leve sabor adocicado e poder edulcorante cerca de seis vezes menor que o da sacarose, a lactose pode apresentar as seguintes modificações durante a elaboração de certos derivados lácteos: cristalização, reação de Maillard, hidrólise em meio ácido a altas

temperaturas ou pela ação da lactase e fermentação pelas bactérias lácticas (MADRID; CENZANO; VICENTE, 1996; ORDÓÑEZ et al., 2005).

Quase totalmente em dissolução (MADRID; CENZANO; VICENTE, 1996), os sais presentes no leite são os cloretos, fosfatos, citratos e bicarbonatos de sódio, potássio, cálcio e magnésio (FENNEMA, 2000). No entanto, cálcio e fósforo, ainda apresentam-se em suspensão coloidal, fazendo parte das micelas de caseína (ORDÓÑEZ et al., 2005).

As vitaminas lipossolúveis (A, D e E) aparecem associadas à gordura do leite, enquanto as vitaminas hidrossolúveis podem ser isoladas a partir do soro do leite. O leite é ainda considerado excelente fonte de riboflavina, vitamina B₁₂ e tiamina (FENNEMA, 2000; ORDÓÑEZ et al., 2005).

No leite de vaca foram encontradas em baixos teores cerca de 60 enzimas que atuam como catalisadores bioquímicos (ORDÓÑEZ et al., 2005) e têm influência na estabilidade dos produtos lácteos (FENNEMA, 2000). A maior parte das enzimas do leite são hidrolases, desidrogenases e oxigenases (AMIOT, 1991).

1.2 Soro de queijo

De acordo com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) a produção brasileira de queijo em 2006 foi de 495.000 toneladas, gerando cerca de 4,45 milhões de litros de soro de queijo (BRASIL, 2007d). Por outro lado, apesar desta grande produção, o Brasil ainda é um grande importador de produtos de soro, como por exemplo, o soro em pó. No ano de 2005 foram importadas em torno de 31,7 mil quilos destes produtos, enquanto no ano de 2006, entre os meses de janeiro a julho, estes valores atingiram o total de 17 mil quilos (BRASIL, 2007c).

O soro de queijo, também denominado lactosoro, é um líquido amarelo esverdeado, que se separa da coalhada durante a fabricação do queijo (AMIOT, 1991; SISO, 1996; GHALY; KAMAL, 2004). Já foi considerado subproduto inaproveitável ou então utilizado como ração animal (GHALY; KAMAL, 2004). Contudo, o

conhecimento de sua composição e os avanços tecnológicos fez com que o soro fosse considerado fonte importante de componentes lácteos e de grande valor para a indústria alimentícia (HA; ZEMEL, 2003).

A composição do soro varia com a qualidade do leite, o tipo de queijo de origem (GHALY; KAMAL, 2004), o tratamento térmico, o manuseio, entre outros fatores (VILELA et al., 2001). Dependendo do método de obtenção, o soro pode ser classificado quanto a sua origem e, conseqüentemente, composição (Tabela 2) em soro doce e soro ácido. O soro doce (pH aproximado de 6,4) é obtido a partir da ação de uma enzima proteolítica no leite, enquanto o soro ácido (pH aproximado de 4,5) é resultante da coagulação do leite por ação de um ácido e aquecimento (85° - 90° C) (SISO, 1996; ORDÓÑEZ et al., 2005).

Tabela 2: Variação percentual da composição dos soros de queijo doce e ácido.

Componentes (% m/m)	Soro doce	Soro ácido
Umidade	93,0 - 94,0	94,0 - 95,0
Gordura	0,3 - 0,5	0,3 - 0,6
Proteína	0,8 - 1,0	0,8 - 1,0
Lactose	4,5 - 5,0	3,8 - 4,2
Minerais	0,5 - 0,7	0,7 - 0,8
Ácido láctico e outros	0,1	0,1 - 0,8

Fonte: Madrid, Cenzano e Vicente (1996).

O soro de queijo representa cerca de 85 a 90 % do volume de leite e contém mais da metade dos sólidos presentes no leite integral original (SINHA et al., 2007), incluindo a maioria da lactose, cerca de 70%, a qual constitui fonte de energia considerável para os microrganismos e, portanto, é possível utilizá-lo como substrato de fermentações a fim de obter diversos produtos de aplicação industrial (SPREER, 1991; ORDÓÑEZ et al., 2005). Contém ainda a maioria dos minerais e vitaminas hidrossolúveis, principalmente do complexo B. As proteínas presentes no soro, representadas pela β -lactoglobulina, α -lactoalbumina, soroalbumina bovina e

imunoglobulina (HA; ZEMEL, 2003), são consideradas de grande importância nutricional, devido aos tipos de aminoácidos presentes (NEVES, 1993; SISO, 1996; SINHA et al., 2007). As proteínas do soro apresentam maiores teores de triptofano, leucina, isoleucina, treonina e lisina e menores teores de fenilalanina e metionina do que a caseína (VILELA et al., 2001).

Além das propriedades nutricionais, as proteínas do soro apresentam propriedades funcionais de grande interesse para a indústria de alimentos, como a solubilidade em ampla faixa de pH, a alta capacidade de retenção de água e as propriedades emulsificantes (CHATTERTON et al., 2006).

Devido a sua composição, o soro de queijo pode representar um grande problema para o meio ambiente quando não perfeitamente descartado (DI GIACOMO; DEL RE; SPERA, 1996; CHATTERTON et al., 2006; SILVA; BOLINI, 2006), pois para cada quilo de queijo produzido são gerados em média nove litros de soro (SISO, 1996). Diferentes pesquisas realizadas sobre a utilização do soro de queijo visam, além de reduzir a poluição ambiental ocasionada por este produto secundário, a sua incorporação na dieta humana (NEVES, 1993; KAR; MISRA, 1999; MAGENIS et al., 2006). Das soluções propostas, a produção de bebidas, por se tratar de uma tecnologia simples, poderia ser uma das opções visando o aproveitamento do soro (MAGENIS et al., 2006).

1.3 Leite fermentado

Leites fermentados estão entre os produtos lácteos que apresentam uma demanda crescente por parte dos consumidores. Estes leites podem ser definidos como preparados lácteos que sofrem processo fermentativo modificando suas propriedades físico-químicas e sensoriais. O objetivo fundamental da elaboração desses alimentos era, inicialmente, a conservação do leite e de seu valor nutritivo, no entanto, hoje, busca-se principalmente a ampliação da oferta de produtos lácteos (TSUCHIYA et al., 2006).

A classificação dos leites fermentados se baseia na microbiota responsável pela fermentação. A elaboração desses alimentos dá-se basicamente pelo tratamento térmico

do leite com posterior inoculação do cultivo iniciador selecionado (GINOVART et al., 2002). O tratamento térmico do leite antes da fermentação acarreta na eliminação dos microrganismos; diminuição da atividade enzimática; redução da quantidade de oxigênio, favorável ao crescimento dos microrganismos fermentadores através da criação de condições de microaerofilia; liberação de compostos passíveis de estimular o crescimento dos microrganismos fermentadores; desnaturação das proteínas do soro; entre outros (TAMIME; ROBINSON, 2000). Os microrganismos provocam a acidificação e, em muitos casos a coagulação do produto e o desenvolvimento das características sensoriais. Após a fermentação o produto é refrigerado e assim mantido até a comercialização (GINOVART et al., 2002). Os fermentos lácticos utilizados devem ser ativos, viáveis e abundantes no produto final durante todo o seu prazo de validade (BRASIL, 2000). Alguns dos gêneros mais importantes na produção de leites fermentados são *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Streptococcus*, *Leuconostoc*, *Bifidobacterium*, *Propionibacterium*, *Pediococcus* e *Acetobacter* (SABOYA; OETTERER; OLIVEIRA, 1997; TEMMERMAN; HUYS; SWINGS, 2004). Leites fermentados não devem ser submetidos a qualquer tratamento térmico após a fermentação e os microrganismos devem estar em concentração igual ou superior a 10^6 UFC/mL (LERAYER et al., 2002).

De maneira geral, leites fermentados contêm as mesmas quantidades de nutrientes que o leite do qual ele foi processado, no entanto, ainda melhoram a absorção de alguns nutrientes, como proteínas e lipídios (FERNÁNDEZ-BAÑARES et al., 2006). O conteúdo de lactose é reduzido pela fermentação, conferindo maior tolerância por alguns indivíduos intolerantes à lactose (WILSON, 2005; FERNÁNDEZ-BAÑARES et al., 2006).

O catabolismo da lactose dá origem a compostos que participam do aroma e sabor dos leites fermentados, como o ácido láctico (RESA et al., 2007). Porém, outros compostos como diacetil, acetaldeído, peptídeos, acetato, CO₂, etanol, entre outros, são também responsáveis pelo desenvolvimento do sabor, aroma e odor característico destes tipos de leites fermentados (VARNAM; SUTHERLAND, 1995; TAMIME; ROBINSON, 2000; ORDÓÑEZ et al., 2005). Ao final da fermentação é observada uma redução no valor de pH, devido à produção de ácido láctico, resultando em uma melhor conservação (SABOYA; OETTERER; OLIVEIRA, 1997).

Entre os leites fermentados mais comumente produzidos pela indústria láctea, destacam-se o iogurte e a bebida láctea. No Brasil, os principais consumidores de bebidas lácteas são o estado de São Paulo, as regiões Sul e Nordeste. Por ser um alimento fresco, de sabor e textura agradáveis, rico em cálcio, proteínas e vitaminas, o consumo de bebida láctea vem crescendo (RITJENS, 1997 apud ALMEIDA; BONASSI; ROÇA, 2000). Porém, o segmento de bebidas lácteas, emergente em muitos países, ainda requer estudos relativos à caracterização sensorial, física e química, a fim de controlar a qualidade e os tipos a serem comercializados (GALLARDO-ESCAMILLA; KELLY; DELAHUNTY, 2006). Penna, Oliveira e Tamime (2003) relatam que este tipo de bebida atinge cerca de um terço do mercado brasileiro de iogurtes e leites fermentados.

O soro de queijo utilizado na fabricação das bebidas lácteas pode ser líquido, concentrado ou em pó (BRASIL, 2005). No entanto, os equipamentos para secagem e obtenção do soro em pó não estão disponíveis em laticínios de pequeno e médio porte. Por outro lado, a elaboração de bebidas com soro líquido envolve equipamentos e acessórios comuns, encontrados na maioria dos laticínios. Portanto, a fabricação de bebidas lácteas com soro líquido tornou-se uma opção atrativa no Brasil (SIVIERI; OLIVEIRA, 2002).

A bebida láctea é definida como o produto lácteo resultante da mistura do leite e soro de queijo adicionado ou não de fermentos e outros produtos lácteos (GALLARDO-ESCAMILLA; KELLY; DELAHUNTY, 2006), sendo que a base láctea deve representar no mínimo 51% (m/m) do total de ingredientes do produto. Bebidas lácteas fermentadas são obtidas pela ação de cultivos de microrganismos específicos, os quais devem ser viáveis e ativos no produto final e durante todo seu prazo de validade (BRASIL, 2005).

1.4 Probióticos

A primeira sugestão sobre o uso de microrganismos como adjuntos alimentares foi feita por Metchnikoff, em 1907, quando relatou que o consumo regular de leite fermentado contendo *Lactobacillus acidophilus* poderia trazer benefícios à saúde

(ARUNACHALAM, 1999; BEHRENS; ROIG; SILVA, 2000; FIORAMONTI; THEODOROU; BUENO, 2003). Fuller (1989) definiu probiótico como “suplemento alimentar composto de células microbianas vivas, as quais têm efeitos benéficos para o hospedeiro, por melhorar ou manter o equilíbrio microbiano no intestino”. No entanto, este conceito foi ampliado, sendo probióticos definidos como microrganismos viáveis que, quando aplicados a humanos ou animais, afetam benéficamente a saúde, promovendo o equilíbrio da microbiota intestinal (GOMES; MALCATA, 1999; ROBERFROID, 2000; RYCROFT et al., 2001; SCHREZENMEIER; DE VRESE, 2001; NOMOTO, 2005). Os microrganismos denominados probióticos devem cumprir uma série de requisitos, como pertencer à microbiota intestinal, sobreviver ao pH do trato digestivo superior, resistir à bile e aderir ao tecido epitelial alvo (O’SULLIVAN, 2001; PUUPPONEN-PIMIÄ et al., 2002; LIN et al., 2006). É desejável também que o microrganismo produza substâncias antimicrobianas (bacteriocinas), apresente antagonismo em relação a bactérias patogênicas, seja seguro para o consumo humano e proporcione benefícios à saúde cientificamente comprovados (LEE; SALMINEN, 1995; FERREIRA; TESHIMA, 2000; DUNNE et al., 2001; MATTILA-SANDHOLM et al., 2002). Do ponto de vista tecnológico, um microrganismo probiótico deve possibilitar a sua produção em grande escala; resistir ao processamento (FERREIRA; TESHIMA, 2000); manter a acidez estável; apresentar sabores e/ou aromas adequados, bem como textura agradável, após a fermentação; além de manter uma determinada contagem de células viáveis durante toda a vida útil do produto (LEE; SALMINEN, 1995; MATTILA-SANDHOLM et al., 2002; PUUPPONEN-PIMIÄ et al., 2002).

De acordo com Gomes e Malcata (1999), os bio-produtos fermentados devem conter um número mínimo satisfatório de células viáveis no momento do consumo de, pelo menos, 10^6 UFC/mL, devido a dose mínima terapêutica diária recomendada ser de 10^8 - 10^9 células viáveis em 100 g do produto fermentado. A legislação brasileira também fixa o limite mínimo de células viáveis em derivados lácteos probióticos em 10^6 UFC/g ou mL (BRASIL, 2000).

Microrganismos probióticos foram adicionados em vários tipos de alimentos, porém ao longo dos anos vêm sendo aplicados em produtos como, por exemplo, sorvetes, sobremesas lácteas, queijos, leites fermentados (BOYLSTON et al., 2004), bebidas a base de soro de queijo (SAARELA et al., 2000), entre outros.

Os gêneros *Lactobacillus* e *Bifidobacterium* são os mais utilizados como probióticos. As espécies mais frequentemente empregadas na produção de derivados lácteos são *L. acidophilus*, *L. casei* (LEE; SALMINEN, 1995), *L. rhamnosus* (FERREIRA; TESHIMA, 2000), *B. bifidum*, *B. longum* (FÁVARO-TRINDADE; GROSSO, 2003), *B. animalis* subsp. *lactis* e *B. breve* (MASCO et al., 2005), sugerindo-se ainda a utilização de *Lactobacillus acidophilus* LA-5 e *Bifidobacterium* BB-12 nestes tipos de produtos (CHR HANSEN, 2004).

Dentre os fatores que afetam a viabilidade das bactérias probióticas encontram-se o pH baixo após a fermentação e/ou ácido no estômago humano, o teor de oxigênio nos produtos, a sensibilidade a algumas substâncias produzidas pelas bactérias do iogurte (DONKOR et al., 2006; MARTÍÑEZ-VILLALUENGA et al., 2006), a adição de substâncias durante a etapa de produção (HOLZAPFEL; SCHILLINGER, 2002), a temperatura de estocagem (MATTILA-SANDHOLM et al., 2002), entre outros. Devido a sua baixa atividade proteolítica, as bactérias probióticas se desenvolvem lentamente no leite, sendo recomendada a adição de bactérias do iogurte na redução do tempo de fermentação. De acordo com Scheinbach (1998), o uso de *Streptococcus thermophilus* em produtos fermentados melhora a atividade proteolítica e favorece a condição de anaerobiose exigida pelas bifidobactérias (ARUNACHALAM, 1999), visto que o *S. thermophilus* tem maior habilidade em utilizar o oxigênio. Por outro lado, tem-se verificado que o *Lactobacillus delbrueckii* spp. *bulgaricus*, uma das bactérias geralmente empregada na produção de leites fermentados, produz ácido lático durante a estocagem refrigerada, gerando pós-acidificação do produto, podendo desta forma também afetar a viabilidade das bactérias probióticas. A fim de superar o problema da pós-acidificação, melhorar a atividade proteolítica e gerar a condição de anaerobiose, a tendência é o uso de fermentos ABT, que contêm *L. acidophilus*, bifidobactéria e *S. thermophilus* (ZACARCHENCO; MASSAGUER-ROIG, 2004). Em estudo realizado por Mättö et al. (2006) foi detectada a presença de 79 % e 100 % das bactérias probióticas *Lactobacillus* e *Bifidobacterium*, respectivamente, em indivíduos que fizeram uso de iogurtes fermentados com as mesmas, recomendando a produção de produtos com cepas múltiplas probióticas.

O melhor método de administração de probióticos é a ingestão contínua, garantindo a presença no intestino em grande número e produzindo os efeitos desejados (CHEN; WALKER, 2005). As principais alegações de saúde desses microrganismos são atividade antagonista em relação a patógenos (GUEIMONDE et al., 2006a; GUEIMONDE et al., 2006b), estímulo do sistema imunológico (PUUPPONEN-PIMIÄ et al., 2002; NOMOTO, 2005; BAKEN et al., 2006; BERMAN et al., 2006; BUJALANCE et al., 2006), prevenção e tratamento de diarreias e infecções do trato gastrointestinal (CORRÊA et al., 2005; NOMOTO, 2005; SAZAWAL et al., 2006; SZAJEWSKA, RUSZCZYŃSKI, RADZIKOWSKI, 2006), alívio da constipação (FERNÁNDEZ-BAÑARES, 2006), redução da intolerância à lactose e balanceamento da microbiota intestinal (LEE; SALMINEN, 1995; MARTÍNEZ-VILLALUENGA et al., 2006). Outros benefícios citados na literatura são o efeito hipocolesterolêmico, redução do risco de desenvolvimento de câncer, principalmente de cólon (WOLLOWSKI; RECHKEMMER; POOL-ZOBEL, 2001; COMMANE et al., 2005), melhora na biodisponibilidade de cálcio (LEE; SALMINEN, 1995; NITSCHKE; UMBELINO, 2002), prevenção de infecções vaginais (ANUKAM et al., 2006; UEHARA et al., 2006), prevenção e tratamento de doenças alérgicas e alívio dos sinais da dermatite atópica em crianças (SAARELA et al., 2000; MARTEAU; BOUTRON-RUAULT, 2002; SZAJEWSKA; MRUKOWICZ, 2005; KUKKONEN et al., 2006; MARTÍNEZ-VILLALUENGA et al., 2006; MCCLEAN, 2006; SALMINEN; ISOLAURI, 2006). As bifidobactérias ainda são capazes de produzir as vitaminas B₁, B₂, B₆, B₁₂, ácidos nicotínico e fólico (KOLIDA; TUOHY; GIBSON, 2002) e têm ação adjunta no metabolismo de aminoácidos (MARTÍNEZ-VILLALUENGA et al., 2006).

Os mecanismos que podem estar implicados na atividade antagonista em relação a patógenos incluem a produção de ácidos, peróxido de hidrogênio, substâncias antimicrobianas, competição por nutrientes ou adesão a receptores, ação antitoxina e estimulação do sistema imune (MARTEAU; BOUTRON-RUAULT, 2002; EZENDAM; LOVEREN, 2006).

Levando em consideração que consumidores modernos estão cada vez mais interessados em uma alimentação saudável e que consiga prevenir o aparecimento de certas doenças (MOTTET; MICHETTI, 2005), tem-se aumentado a oferta de alimentos

denominados funcionais. A primeira geração de alimentos funcionais é referente à suplementação destes com componentes como o cálcio e as vitaminas (ZIEMER; GIBSON, 1998). No Brasil alimento funcional é todo aquele alimento ou ingrediente que, além das funções nutricionais básicas, quando consumido na dieta usual, produz efeitos metabólicos e/ou fisiológicos e/ou efeitos benéficos à saúde (BRASIL, 1999). Ziemer e Gibson (1998) citam que assim como os probióticos, a adição de prebióticos, em determinados teores em alimentos, resultaria em produtos denominados funcionais.

1.5 Prebióticos

O termo prebiótico foi introduzido em 1995 por Gibson e Roberfroid (FERREIRA; TESHIMA, 2000) e passou a englobar os componentes alimentares não digeríveis, geralmente oligossacarídeos, com atividade bifidogênica, ou seja, capazes de estimular o crescimento e/ou atividade de algumas bactérias presentes no intestino, afetando benéficamente o hospedeiro (GIBSON; ROBERFROID, 1995; NOMOTO, 2005). Os microrganismos alvos de prebióticos são espécies dos gêneros *Lactobacillus* e *Bifidobacterium* (FERREIRA; TESHIMA, 2000; GIBSON; FULLER, 2000; RYCROFT et al., 2001; KOLIDA; TUOHY; GIBSON, 2002; VULEVIC; RASTALL; GIBSON, 2004).

Segundo Gibson e Fuller (2000) e Kolida, Tuohy e Gibson (2002) para um ingrediente alimentar ser considerado prebiótico, deve seguir os seguintes critérios: (a) não ser hidrolisado, nem absorvido na parte superior do trato gastrointestinal; (b) ser fermentado seletivamente por bactérias benéficas no cólon, as quais são estimuladas a crescer e/ou se tornar metabolicamente ativas; e (c) ser capaz de alterar a microbiota intestinal, aumentando o número de espécies sacarolíticas e reduzindo microrganismos putrefativos.

Dentre os oligossacarídeos não-digeríveis comprovadamente prebióticos estão a lactulose, galactooligossacarídeos, oligossacarídeos da soja (rafinose e estaquiose), isomaltoligossacarídeos, glicooligossacarídeos e xilooligossacarídeos (GIBSON; FULLER, 2000; MARTÍNEZ-VILLALUENGA et al., 2006). No entanto, os oligossacarídeos, como inulina e frutooligossacarídeos (FOS) (oligofrutose), são os

principais tipos de prebióticos utilizados em alimentos (GIBSON; ROBERFROID, 1995; GIBSON; FULLER, 2000; KOLIDA; TUOHY; GIBSON, 2002; NITSCHKE; UMBELINO, 2002; PUUPPONEN-PIMIÄ et al., 2002; CHEN; WALKER, 2005; WALIGORA-DUPRIET et al., 2006).

A inulina (Figura 1) e a oligofrutose são compostos de cadeias lineares de unidades de frutose, ligadas entre si por ligações β 2-1 e frequentemente finalizadas com uma unidade de glicose. Atualmente a chicória (*Cichorium intybus*) é empregada para a produção industrial de inulina. A inulina nativa é processada pela indústria de alimentos para produzir oligofrutose, frutana de cadeia curta, através de hidrólise enzimática parcial pela ação da inulinase (ROBERFROID, 2000; NITSCHKE; UMBELINO, 2002; ROBERFROID, 2002). A oligofrutose é comercializada como Raftilose[®], produzida pela Orafit Ltda e Frutafit[®], produzida pela Imperial-Suikner Unie. As ligações glicosídicas deste composto não sofrem hidrólise pela ação das enzimas digestivas, resultando na denominação de oligossacarídeos não-digeríveis (NITSCHKE; UMBELINO, 2002). Dependendo do comprimento da cadeia, definida pelo número de unidades de monossacarídeos e também denominada grau de polimerização (DP), tem-se a inulina (DP 10 – 60), oligossacarídeo de cadeia longa e a oligofrutose de cadeia curta (DP < 10) (BIEDRZYCKA; BIELECKA, 2004; SAAD, 2006).

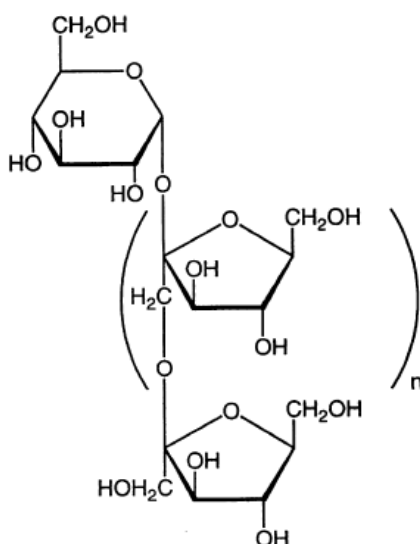


Figura 1: Estrutura da Inulina.

Fonte: Phillips e Williams (2000).

De acordo com Hartemink, Van Laere e Rombouts (1997) a inulina e a oligofrutose estão presentes principalmente em produtos vegetais (Tabela 3) (GIBSON; WILLIS; VAN LOO, 1994 apud NITSCHKE; UMBELINO, 2002), incluindo a raiz tuberosa do yacon e em bulbos, como os lírios vermelhos (YUN, 1996; PASSOS; PARK, 2003).

Tabela 3: Ocorrência natural de inulina e oligofrutose em alimentos.

Alimento	Inulina (%)	Oligofrutose (%)
Cebolas	2,0 - 6,0	2,0 - 6,0
Chicória (raízes)	15,0 - 20,0	5,0 - 10,0
Aspargos	1,0 - 30,0	1,0 - 20,0
Alho	9,0 - 16,0	3,0 - 6,0
Banana	0,3 - 0,7	0,3 - 0,7
Trigo	1,0 - 4,0	1,0 - 4,0
Centeio	0,5 - 1,0	0,5 - 1,0
Cevada	0,5 - 1,5	0,5 - 1,5
Alho-poró	3,0 - 10,0	2,5 - 8,0

Fonte: Nitschke e Umbelino (2002).

Os FOS são fibras dietéticas solúveis (ROBERFROID, 2002), podendo ser também denominados de açúcares não convencionais (PASSOS; PARK, 2003). FOS são classificados como ingredientes alimentares e não como aditivos em todos os países nos quais são utilizados (COUSSEMENT, 1999; NITSCHKE; UMBELINO, 2002). Por não serem hidrolisados e absorvidos pelo estômago e intestino delgado, quando chegam ao intestino grosso os FOS são parcialmente ou totalmente fermentados pela microbiota residente, representada principalmente pelas bifidobactérias. Como produtos finais da fermentação têm-se ácidos orgânicos (succinato, lactato e piruvato), ácidos graxos de cadeia curta (acetato, propionato e butirato) e gases (H_2 , CO_2 , CH_4 , H_2S) (ROBERFROID, 2000; NITSCHKE; UMBELINO, 2002). Tal fermentação também aumenta o conteúdo de água fecal e a frequência de evacuação, afetando o trânsito intestinal, bem como a integridade da mucosa (ROBERFROID, 2000; CHERBUT,

2002; MARTEAU; BOUTRON-RUAULT, 2002; ROBERFROID, 2005). Gibson e Wang (1994) e Gomes e Malcata (1999) destacam a oligofrutose como o componente de maior efeito bifidogênico.

Segundo alguns autores a incorporação de FOS na dieta intensificaria a viabilidade e adesão de bactérias probióticas no trato gastrointestinal, alterando de forma positiva a composição da microbiota (SHIN et al., 2000; BRUNO; LANKAPUTHRA; SHAH, 2002; KAPIKI et al., 2006; MACFARLANE; MACFARLANE; CUMMINGS, 2006; WALIGORA-DUPRIET et al., 2006). Os FOS podem influenciar tanto na microbiota intestinal endógena, como na promoção do crescimento das bactérias probióticas adicionadas em certos alimentos (CHR HANSEN, 2004; CASIRAGHI et al., 2007). Ao mesmo tempo, devido à produção de bacteriocinas e à redução do pH, resultante da produção de ácidos, tem-se a inibição das bactérias patogênicas, como por exemplo, *Escherichia coli*, *Clostridium perfringens* (HARTEMINK; VAN LAERE; ROMBOUTS, 1997; PASSOS; PARK, 2003), *Pseudomonas* (KOLIDA; TUOHY; GIBSON, 2002) e *Helicobacter pylori* (CHR HANSEN, 2004). Essa inibição acarretaria na prevenção e melhora do quadro clínico de doenças inflamatórias do intestino, cálculos biliares (MARTEAU; BOUTRON-RUAULT, 2002) e diarréias, especialmente quando associada a infecções de origem intestinal (ROBERFROID, 2000; CHR HANSEN, 2004).

O equilíbrio produzido na microbiota intestinal pelo consumo de FOS estimula outros benefícios no metabolismo humano, como a redução da pressão sangüínea em pessoas hipertensas, alteração do metabolismo de ácidos gástricos, redução da absorção de carboidratos, melhoria do metabolismo de diabéticos (PASSOS; PARK, 2003; DELZENNE; CANI, 2005), diminuição na concentração de colesterol e triglicerídeos (YUN, 1996; DAVIDSON et al., 1998; NITSCHKE; UMBELINO, 2002; PASSOS; PARK, 2003; ROBERFROID, 2005), estímulo do sistema imune (BOEHM et al., 2004; ROBERFROID, 2005; WATZL; GIRRBACH; ROLLER, 2005) e redução do risco de doenças cardiovasculares e do câncer de cólon (ROBERFROID, 2000; CHERBUT, 2002; MARTEAU; BOUTRON-RUAULT, 2002; MORRISON et al., 2006). Ainda, o consumo de FOS reduz o risco de obesidade (DELMÉE et al., 2006) e possivelmente de diabetes tipo 2, ambos efeitos associados à redução da insulinemia pós-prandial

(ROBERFROID, 2000). Observa-se também um aumento da digestão e metabolismo da lactose, da reciclagem de compostos como o estrógeno, da síntese de vitaminas, principalmente do grupo B (YUN, 1996) e da absorção de cálcio (VAN DEN HEUVEL et al., 1999; ROBERFROID, 2000; PASSOS; PARK, 2003; RASCHKA; DANIEL, 2005; ROBERFROID, 2005; BOSSCHER; VAN LOO; FRANCK, 2006; NZEUSSEU et al., 2006).

A oligofrutose, além de possuir propriedade funcional semelhante à sacarose ou ao xarope de glicose, apresenta características como cerca de um terço do poder adoçante da sacarose; maior higroscopicidade do que a sacarose; baixo valor calórico (cerca de 1,5 Kcal/g) (COUSSEMENT, 1999) e ao contrário da sacarose, não é cariogênica (YUN, 1996). A oligofrutose não é considerada um carboidrato, nem fonte de energia podendo ser usada de modo seguro por diabéticos (MOLIS et al., 1996; ROBERFROID, 2000). A oligofrutose não cristaliza, não precipita e nem deixa a sensação de secura ou arenosidade na boca, sendo sua viscosidade comparável também à da sacarose. Quanto à estabilidade, a oligofrutose não é degradada pela maioria dos processos térmicos empregados pela indústria alimentícia, podendo ser utilizada desde temperaturas de refrigeração até 140°C. Por não ser redutora a oligofrutose não sofre reação de *Maillard*, bem como suporta pH maiores do que 3,0 (BORNET, 1994; YUN, 1996; NITSCHKE; UMBELINO, 2002). Ainda estabiliza espumas, melhora a textura e o sabor de produtos (ROBERFROID, 2000).

Devido às suas características nutricionais e tecnológicas, os FOS são empregados em uma variedade de alimentos, como por exemplo, dietéticos, biscoitos, produtos de panificação, barras de cereais, sucos, néctares frescos, confeitados, molhos (PASSOS; PARK, 2003), leite de soja, alimentos infantis (MORO et al., 2002; THAMER; PENNA, 2005) e derivados lácteos (PASSOS; PARK, 2003).

As doses de ingestão diária de FOS devem ser bem observadas a fim de evitar desconfortos intestinais (PASSOS; PARK, 2003), como flatulência e diarreia em pessoas não adaptadas ao produto (COUSSEMENT, 1999; NITSCHKE; UMBELINO, 2002). Segundo Rao (2001), a ingestão de 5 g/dia de oligofrutose é suficiente para elevar o número de bifidobactérias. Já a ingestão de 20 a 30 g por dia geralmente

desencadeia o início de um desconforto severo no indivíduo, sendo o ideal seguir as doses recomendadas de cerca de 10 g/dia para melhorar a bifidogênese sem efeitos colaterais significativos (BOUHNİK et al., 1999 apud KOLIDA; TUOHY; GIBSON, 2002; VAN DEN HEUVEL et al., 1999; PASSOS; PARK, 2003). De acordo com Coussement (1999), essas substâncias são consideradas seguras e os valores recomendados em formulações variam entre 5 e 8 g/porção de oligofrutose.

Devido ao potencial sinérgico entre probióticos e prebióticos, a combinação destes ingredientes é definida como simbiótico, a qual beneficia o hospedeiro devido ao aumento da sobrevivência e implantação dos microrganismos vivos no sistema gastrointestinal (COLLINS; GIBSON, 1999; REIG; ANESTO, 2002; CASIRAGHI et al., 2007). No entanto, no desenvolvimento de simbióticos é necessária a seleção de microrganismos probióticos que venham melhor utilizar este prebiótico (MORAL; MORENO-ALIAGA; HERNÁNDEZ, 2003). Segundo Martínez-Villaluenga e Gómez (2007) a interação entre probióticos e prebióticos *in vivo* pode ser favorecida por uma adaptação do probiótico ao substrato prebiótico no alimento antes do seu consumo. Fooks, Füller e Gibson (1999) e Chen e Walker (2005) afirmam que os FOS tendem a estimular o crescimento de bifidobactérias e bactérias ácido-láticas no intestino humano. De acordo com Rastall e Maitin (2002), o desenvolvimento de produtos simbióticos tem sido considerado promissor na área de alimentos funcionais.

1.6 Análise sensorial

Nos últimos anos a análise sensorial de alimentos deixou de ser uma atividade secundária e empírica e enquadrou-se como ciência capaz de gerar resultados precisos e reprodutíveis (MEHINAGIC et al., 2003). A análise sensorial é uma ciência multidisciplinar na qual se empregam julgadores humanos que utilizam os sentidos da visão, olfato, gosto, tato e audição para medir as características sensoriais e a aceitabilidade dos produtos alimentícios (WATTS et al., 1992). Através dela são detectadas propriedades dos alimentos como a cor, odor, aroma, gosto, sabor e a textura (ANZALDÚA-MORALES, 1994). Desta forma, a avaliação sensorial é um fator essencial em qualquer estudo sobre alimentos, sendo aplicável em muitos setores, tais como desenvolvimento e melhoramento de produtos, controle de qualidade, estudos

sobre armazenamento e desenvolvimento de processos e ainda avaliação do potencial mercadológico (WATTS et al., 1992; PIGGOTT, 1995; LANZILOTTI; LANZILOTTI, 1999; MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 1999). Segundo Gardini et al. (1999) as características sensoriais de leites fermentados têm importante papel na aceitação desses produtos pelo consumidor.

Os métodos sensoriais dividem-se em afetivos, discriminativos e descritivos. Os testes afetivos são aqueles nos quais o julgador expressa sua reação subjetiva frente ao produto, indicando sua aceitação ou preferência (ANZALDÚA-MORALES, 1994; MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 1999). Os testes discriminativos têm como objetivo estabelecer se há diferença ou não entre duas ou mais amostras e em alguns casos, a magnitude ou importância dessa diferença. Já os testes descritivos definem as propriedades do alimento da maneira mais objetiva possível, com a finalidade de determinar a intensidade dos atributos do produto (ANZALDÚA-MORALES, 1994).

Entre os testes afetivos, o teste de ordenação preferência é utilizado com o objetivo de comparar diversas amostras simultaneamente, com relação à preferência do julgador e verificar se estas diferem entre si. Os testes de preferência representam o somatório das percepções sensoriais e expressam o julgamento sobre o produto, predizendo a aceitabilidade (DUTCOSKY, 1996). Para este tipo de teste são necessários ao menos trinta julgadores não treinados (ABNT, 1994; MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 1999).

Já os testes de aceitabilidade, também classificados como afetivos, são empregados para determinar o grau de aceitação de um produto pelos consumidores, através do uso de escalas categorizadas, denominadas escalas hedônicas, destinadas a medir quanto um produto agrada ou desagrade. As escalas podem ter diferentes números de categorias e comumente vão desde “gostei muitíssimo”, passando por “indiferente”, até “desgostei muitíssimo”. Entre elas, a escala hedônica de nove pontos é bastante utilizada, na qual os julgadores indicam o grau que lhes agrada cada amostra escolhendo a categoria apropriada (STONE; SIDEL, 1985; WATTS et al., 1992; MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 1999).

A aceitabilidade aliada ao teste de intenção de compra e/ou consumo geralmente indicam o uso real de um produto (WATTS et al., 1992; RESURRECCION, 1998; GRIZOTTO; MENEZES, 2003). A medida da aceitabilidade pode ser feita para um único produto e não requer comparação entre produtos (RESURRECCION, 1998). Para este tipo de teste são necessários pelo menos cinquenta julgadores não treinados e que sejam consumidores habituais e potenciais compradores do tipo de alimento em questão (MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 1999). A crescente incorporação de técnicas de análise estatística e *softwares* específicos facilitam o processamento dos dados originados na análise sensorial (MENDONÇA et al., 2005).

1.7 Análise Instrumental do Perfil de Textura (TPA)

Segundo Meilgaard, Civille e Carr (1999), textura é definida como a manifestação sensorial da estrutura ou composição interna dos produtos de acordo com sua reação à tensão, que resultam nas propriedades mecânicas. A textura pode ser definida também como a propriedade sensorial dos alimentos detectada pelos sentidos do tato, visão e audição e que se manifesta quando o alimento sofre uma deformação. Além disso, a textura tem relação com as propriedades físico-químicas, com o tamanho e a forma dos alimentos (LEWIS, 1993; ANZALDÚA-MORALES, 1994; SZCZESNIAK, 2002; PEREIRA et al., 2003; ROUDOT, 2004).

Sendo classificada como um atributo de qualidade, que denota frescor do produto e excelência na preparação, a textura de um alimento pode contribuir para a sua aceitabilidade (BRENNAN et al., 1998; SZCZESNIAK, 2002; PEREIRA et al., 2003; ROUDOT, 2004).

Em leites fermentados a textura pode ser afetada pela taxa da produção de ácido durante a fermentação; assim como pelo conteúdo de gordura, açúcar e outros ingredientes, como por exemplo, os prebióticos; pela presença de estabilizantes; pelo processo de aquecimento empregado durante a fabricação (LUCEY; SINGH, 1998; VASBINDER et al., 2003; HEKMAT; REID, 2006), pelo tipo de cultura utilizada (OLIVEIRA et al., 2001; SODINI et al., 2002), pelo tempo de estocagem (YAZICI; AKGUN, 2004), entre outros.

De acordo com Truong e Daubert (2000) as características texturais de um alimento podem ser avaliadas sensorialmente ou por meio instrumental. A medida instrumental de textura foi proposta como uma alternativa à avaliação sensorial, com a finalidade de superar os principais inconvenientes e limitações desta, como a grande variabilidade das respostas, dificuldade de execução das provas e peculiaridades da interpretação dos resultados (ANZALDÚA-MORALES, 1994; MEHINAGIC et al., 2004).

Medidas instrumentais são técnicas quantitativas úteis para avaliar as propriedades de textura de alimentos, como leites fermentados (LUCHEY, 2004). Testes imitativos como a Análise Instrumental do Perfil de Textura (TPA) simulam os movimentos mecânicos da mordida ou mastigação e geram múltiplos parâmetros de textura, a partir das curvas de tensão-deformação (KULMYRZAEV et al., 2005), resultando em um gráfico característico para cada tipo de produto (PONS; FISZMAN, 1996). Apesar de que nem todos os parâmetros descritos pela TPA são aplicáveis a produtos como as bebidas lácteas, de acordo com Pons e Fiszman (1996), a curva de TPA (Figura 2) fornece sete parâmetros de textura, sendo cinco obtidos pela curva (fraturabilidade, firmeza, coesividade, adesividade e elasticidade) e dois calculados a partir das medidas obtidas (gomosidade e mastigabilidade).

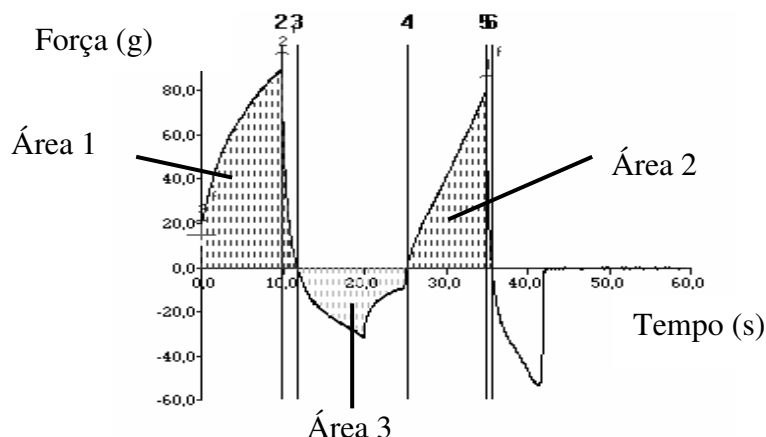


Figura 2: Curva padrão para determinação dos parâmetros de Análise Instrumental do Perfil de Textura (TPA) obtida pela relação entre a força e o tempo através de dois ciclos de penetração. Firmeza = pico 2; coesividade = área 2/área 1; adesividade = área 3.

Fonte: Friedman et al. (1963) apud Pons e Fiszman (1996).

A firmeza é a força necessária para realizar uma determinada deformação, podendo ser também definida como a força requerida para comprimir o alimento entre os dentes molares ou entre a língua e o palato. A adesividade é definida como o trabalho necessário para superar as forças atrativas entre a superfície do alimento e outras superfícies em que o alimento entra em contato, ou ainda, a força requerida para remover o alimento que aderiu ao palato, lábios e dentes durante a mastigação. A gomosidade é definida como a energia requerida para desintegrar um alimento semi-sólido a um estado pronto para ser deglutido, sendo o produto da firmeza pela coesividade (SZCZESNIAK, 1998).

Um dos equipamentos utilizados para medida da textura de alimentos é o Analisador de Textura TA-XT2. Este equipamento foi desenhado especialmente para alimentos, tem controles eletrônicos precisos, utiliza um *software* para agrupar os dados e os gráficos, sendo muito sensível e versátil (ANZALDÚA-MORALES, 1994). Além disso, os parâmetros obtidos apresentam boa correlação com as propriedades de textura sensoriais (CAMPOS, 1989; LEWIS, 1993; BENEZECH; MAINGONNAT, 1994; BARRANGOU et al., 2006).

1.8 Reologia

A reologia descreve o comportamento de fluxo de materiais, contudo, o principal interesse está restrito a materiais relevantes industrialmente com propriedades intermediárias entre sólidos e líquidos ideais (DORAISWAMY, 2002; MACHADO, 2002; SCHRAMM, 2006). A reologia tem muitas aplicações na área de aceitabilidade e processamento de alimentos. No entanto, alimentos são materiais complexos estruturalmente e reologicamente e, em muitos casos, consistem de misturas de sólidos, assim como componentes estruturais fluidos (TABILO-MUNIZAGA; BARBOSA-CÁNOVAS, 2005). A reologia é, portanto, a ciência que estuda a relação entre a deformação do fluido devido à força nele aplicada (CAMPOS, 1989).

As propriedades reológicas de alimentos, como produtos lácteos fermentados, são importantes no planejamento de processos, controle de qualidade, estocagem e processamento (BENEZECH; MAINGONNAT, 1994; PENNA; OLIVEIRA; BARUFFALDI, 1997; ABU-JDAYIL, 2003; KULMYRZAEV et al., 2005), influenciando, conseqüentemente, sobre a aceitação do produto pelo consumidor (SHAKER; JUMAH; ABU-JDAYIL, 2000; AICHINGER et al., 2003; FOEGEDING et al., 2003; VIDAL-MARTINS et al., 2005). As características reológicas são percebidas principalmente pelo tato e, em pequena extensão, pela visão (CAMPOS, 1989; BENEZECH; MAINGONNAT, 1994; PENNA; OLIVEIRA; BARUFFALDI, 1997).

Um fluido é caracterizado por apresentar capacidade de deformação contínua quando submetido à ação de uma força tangencial, chamada tensão de cisalhamento (CAMPOS, 1989). Um atributo de grande importância em produtos alimentícios é a viscosidade, a qual é definida como a medida da resistência do fluido ao fluxo quando uma tensão é aplicada. A viscosidade é dada pela relação entre a tensão de cisalhamento e a taxa de deformação, o que caracteriza o comportamento de fluxo de alimentos fluidos, classificando-os em Newtonianos e não-Newtonianos (MACHADO, 2002; STOKES; TELFORD, 2004; TABILO-MUNIZAGA; BARBOSA-CÁNOVAS, 2005; SCHRAMM, 2006). Quando o fluido apresenta uma relação linear entre taxa de deformação e tensão de cisalhamento, ou seja, a viscosidade é constante, ele é chamado de Newtoniano. Portanto, fluidos Newtonianos têm comportamento característico onde a viscosidade não depende da taxa de deformação. Por outro lado, quando a relação

entre taxa de deformação e tensão de cisalhamento não é constante e depende ainda do tempo de observação ou de forças de recuperação elástica, o fluido é chamado não-Newtoniano. A maioria dos alimentos fluidos são não-Newtonianos (CAMPOS, 1989; BENEZECH; MAINGONNAT, 1994; BRETAS; D'AVILA, 2000; MACHADO, 2002; ABU-JDAYIL, 2003; TABILO-MUNIZAGA; BARBOSA-CÁNOVAS, 2005; SCHRAMM, 2006).

Os fluidos não-Newtonianos ainda podem ser classificados em independentes ou dependentes do tempo e viscoelásticos. Os independentes do tempo dividem-se em pseudoplásticos (*shear thinning*), nos quais a viscosidade aparente do fluido diminui ao aumentar a taxa de deformação e em dilatantes (*shear thickening*), quando a viscosidade aparente aumenta com o aumento da taxa de deformação (CAMPOS, 1989; MACHADO, 2002; TABILO-MUNIZAGA; BARBOSA-CÁNOVAS, 2005). Ambos não necessitam de uma tensão de cisalhamento mínima para que seja iniciado o escoamento ou movimentação do fluido. Ainda dentro da classificação de fluidos não-Newtonianos independentes do tempo está o plástico de Bingham, que necessita de uma tensão de cisalhamento inicial para escoar, chamada limite de escoamento e, depois de atingida essa tensão, comporta-se como Newtoniano (Figura 3) (CAMPOS, 1989; MACHADO, 2002).

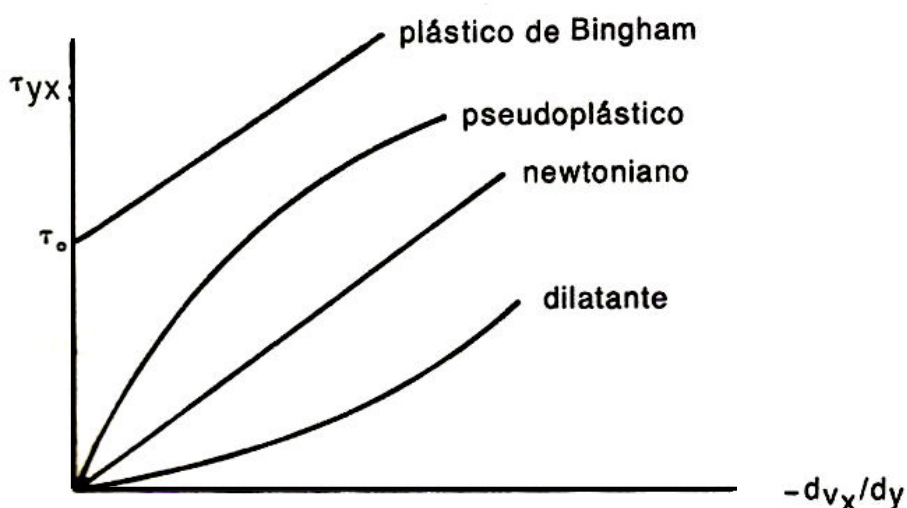


Figura 3: Curvas de fluxo de alguns tipos de fluidos.

Fonte: Campos (1989).

Os fluidos dependentes do tempo classificam-se em tixotrópicos, onde a viscosidade aparente diminui com o aumento do tempo de aplicação da tensão de cisalhamento (CAMPOS, 1989; BRETAS; D'AVILA, 2000; MACHADO, 2002), implicando na progressiva quebra da estrutura (ABU-JDAYIL, 2003) e em reopéticos, nos quais ocorre o comportamento inverso (Figura 4). Os fluidos viscoelásticos apresentam propriedades viscosas e elásticas conjugadamente. Quando a tensão de cisalhamento cessa, ocorre certa recuperação da deformação. No entanto, uma tensão excessiva resulta também em considerável perda da estrutura e do corpo do alimento (CAMPOS, 1989; LUCEY, 2004).

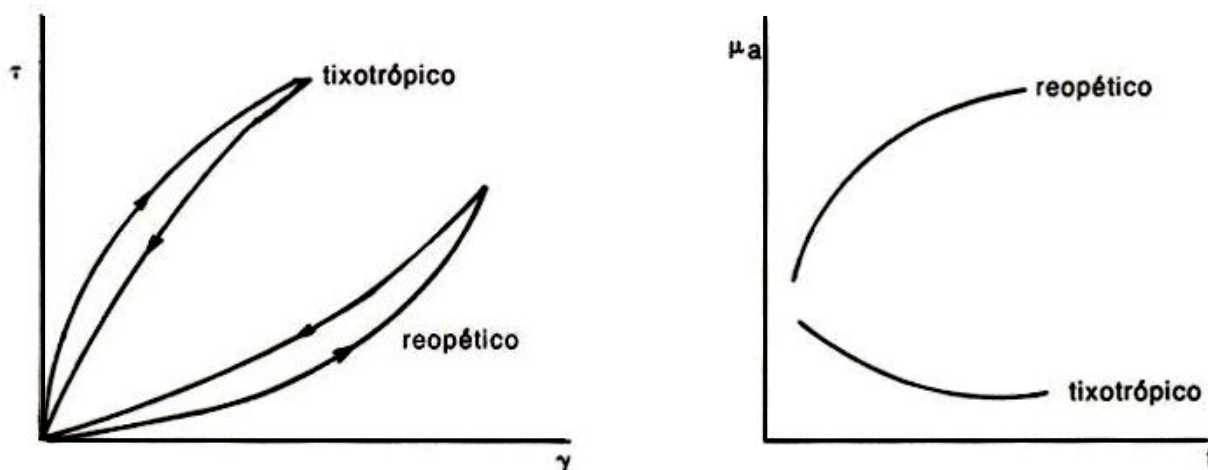


Figura 4: Curvas de fluxo para fluidos não-Newtonianos dependentes do tempo.

Fonte: Campos (1989).

Na maioria das vezes os fluidos são submetidos a processos ascendentes e descendentes de tensão de cisalhamento a fim de obter o grau de tixotropia, o qual é definido como uma diminuição contínua da viscosidade aparente com o tempo a uma determinada tensão e a subsequente recuperação da viscosidade quando se interrompe o fluxo (BENEZECH; MAINGONNAT, 1994; KOKSOY; KILIC, 2004; SCHRAMM, 2006).

O comportamento de fluidos não-Newtonianos tem sido descrito por modelos como o da Lei da Potência, representado na equação 1, onde σ é a tensão de cisalhamento (Pa), k é o índice de consistência ($\text{Pa} \cdot \text{s}^n$), γ é a taxa de deformação (s^{-1}) e n

é o índice de comportamento de fluxo. Neste modelo, quando $n < 1$ o fluido é chamado pseudoplástico (CAMPOS, 1989).

$$\sigma = k \cdot \gamma^n \quad (\text{Equação 1})$$

O tratamento térmico (BENEZECH; MAINGONNAT, 1994; CHO; LUCEY; SINGH, 1999; LUCEY; MUNRO; SINGH, 1999; SHAKER; JUMAH; ABU-JDAYIL, 2000), a composição e o conteúdo de matéria seca do leite, a temperatura de fermentação (HAQUE; RICHARDSON; MORRIS, 2001; KRISTO; BILIADERIS; TZANETAKIS, 2003b), o tipo de cultura láctea utilizada, o tempo de estocagem, entre outros, afetam significativamente as medidas reológicas de produtos lácteos fermentados (LAWS; MARSHALL, 2001; BONCZAR; WSZOLEK; SIUTA, 2002; KRISTO; BILIADERIS; TZANETAKIS, 2003a; LEE; LUCEY, 2004; SODINI et al., 2005; CHAMMAS et al., 2006).

Outro aspecto importante em géis lácteos é a sinerese, ou seja, o aparecimento espontâneo do soro do leite na superfície do gel durante o armazenamento. A sinerese é considerada um defeito quando presente em leites fermentados, sendo importante para a qualidade e a aceitabilidade desses produtos pelo consumidor (KEOGH; O'KENNEDY, 1998; AICHINGER et al., 2003; LEE; LUCEY, 2004; TIJSKENS; DE BAERDEMAEKER, 2004; AMATAYAKUL; SHERKAT; SHAH, 2006; KAILASAPATHY, 2006). A separação do soro é causada por rearranjos contínuos das moléculas de caseína, o que leva ao estresse na rede e subsequente quebra das ligações protéicas (PEREIRA et al., 2003; KOKSOY; KILIC, 2004). A temperatura de incubação, a taxa de inoculação (LEE; LUCEY, 2004; CASTILLO et al., 2006), baixa acidez e teor de sólidos totais afetam significativamente a sinerese de iogurtes (LUCEY, 2001; LUCEY, 2004).

Referências bibliográficas

ABU-JDAYIL, B. Modelling the time-dependent rheological behavior of semisolid foodstuffs. **Journal of Food Engineering**, v.57, p.97-102, 2003.

AICHINGER, P.A.; MICHEL, M.; SERVAIS, C.; DILLMANN, M.L.; ROUVET, M.; D'AMICO, N.; ZINK, R.; KLOSTERMEYER, H.; HORNE, D.S. Fermentation of a skim milk concentrate with *Streptococcus thermophilus* and chymosin: structure, viscoelasticity and syneresis of gels. **Colloids and Surfaces B: Biointerfaces**, v.31, p.243-255, 2003.

ALMEIDA, K.E. de; BONASSI, I.A.; ROÇA, R. de O. Avaliação sensorial de Bebida Láctea preparada com diferentes teores de soro, utilizando-se dois tipos de cultura láctica. In: Anais do XVII Congresso Nacional de Laticínios. Juiz de Fora. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 55, n. 315, p.7-13, 2000.

ALMEIDA, K.E. de; BONASSI, I.A.; ROÇA, R. de O. Características físicas e químicas de bebidas lácteas fermentadas e preparadas com soro de queijo Minas frescal. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 21, n. 2, p.187-192, 2001.

AMATAYAKUL, T.; SHERKAT, F.; SHAH, N.P. Physical characteristics of set yoghurt made with altered casein to whey protein ratios and EPS-producing starter cultures at 9 and 14% total solids. **Food Hydrocolloids**, v.20, p.314-324, 2006.

AMIOT, J. **Ciencia y tecnologia de la leche: principios e aplicaciones**. Zaragoza: Acribia, 1991. 547p.

ANUKAM, K.C.; OSAZUWA, E.; OSEMENE, G.I.; EHIGIAGBE, F.; BRUCE, A.W.; REID, G. Clinical study comparing probiotic *Lactobacillus* GR-1 and RC-14 with metronidazole vaginal gel to treat symptomatic bacterial vaginosis. **Microbes and Infection**, v.8, n.12-13, p. 2772-2776, 2006.

ANZALDÚA-MORALES, A. **La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica**. Zaragoza: Acribia, 1994. 198p.

ARUNACHALAM, K.D. Role of bifidobacteria in nutrition, medicine and technology. **Nutrition Research**, v.19, n.10, p. 1559-1597, 1999.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Teste de ordenação em análise sensorial, NBR 13170**. ABNT, São Paulo, 1994. 7p.

BAKEN, K.A.; EZENDAM, J.; GREMMER, E.R.; KLERK, A. DE; PENNING, J.L.A.; MATTHEE, B.; PEIJNENBURG, A.A.C.M.; LOVEREN, H.V. Evaluation of immunomodulation by *Lactobacillus casei* Shirota: Immune function, autoimmunity and gene expression. **International Journal of Food Microbiology**, v.112, p. 8-18, 2006.

BARRANGOU, L.M.; DRAKE, M.A.; DAUBERT, C.R.; FOEGEDING, E.A. Textural properties of agarose gels. II. Relationships between rheological properties and sensory texture. **Food Hydrocolloids**, v.20, n. 2-3, p.196-203, 2006.

BEHRENS, J.H.; ROIG, S.M.; SILVA, M.A.P. da. Aspectos de funcionalidade, de rotulagem e de aceitação de extrato hidrossolúvel de soja fermentado e culturas lácteas probióticas. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.34, n.2, p.99-106, 2000.

BENEZECH, T.; MAINGONNAT, J.F. Characterization of the rheological properties of yoghurt - a review. **Journal of Food Engineering**, v.21, n.4, p.447-472, 1994.

BERMAN, S.H.; EICHELSDOERFER, P.; YIM, D.; ELMER, G.W.; WENNER, C.A. Daily ingestion of a nutritional probiotic supplement enhances innate immune function in healthy adults. **Nutrition Research**, v. 26, p. 454– 459, 2006.

BIEDRZYCKA, E.; BIELECKA, M. Prebiotic effectiveness of fructans of different degrees of polymerization. **Trends in Food Science & Technology**, v. 15, p. 170–175, 2004.

BOEHM, G.; JELINEK, J.; STAHL, B.; VAN LAERE, K.; KNOL, J.; FANARO, S.; MORO, G.; VIGI, V. Prebiotics in infant formulas. **Journal of Clinical Gastroenterology**, v.38 (suppl 2), p.76-79, 2004.

BONCZAR, G.; WSZOLEK, M.; SIUTA, A. The effects of certain factors on the properties of yoghurt made from ewe's milk. **Food Chemistry**, v.79, p.85-91, 2002.

BORNET, F.R.J. Undigestible sugars in food products. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.59 (suppl), p.763-769, 1994.

BOSSCHER, D.; VAN LOO, J.; FRANCK, A. Inulin and oligofructose as functional ingredients to improve bone mineralization. **International Dairy Journal**, v. 16, n. 9, p. 1092-1097, 2006.

BOYLSTON, T.D.; VINDEROLA, C.G.; GHODDUSI, H.B.; REINHEIMER, J.A. Incorporation of bifidobacteria into cheeses: challenges and rewards. **International Dairy Journal**, v.14, p. 375–387, 2004.

BRASIL. Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil. Superintendência técnica. **Agropecuária brasileira: uma visão geral**. Disponível em: www.cna.org.br/cna/publicacao/down_anexo.wsp. Acesso em: 06 novembro 2007a.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Embrapa Gado de Leite. **Classificação Mundial dos principais países produtores de leite - 2006. Tabela 02.12**. Disponível em: <http://www.cnp.gl.embrapa.br/estatisticasdo leite/leiteemnumeros/producao/tabela02.12.php>. Acesso em: 29 outubro 2007b.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Embrapa Gado de Leite. **Importação Brasileira de produtos lácteos 1999/2006*. Tabela 06.10**. Disponível

em:

<http://www.cnp.gl.embrapa.br/estatisticasdo leite/leiteemnumeros/mercado/tabela06.10.php>. Acesso em: 29 outubro 2007c.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Embrapa Gado de Leite. **Produção Mundial de Queijos 2000/2006*. Tabela 04.23**. Disponível em: <http://www.cnp.gl.embrapa.br/estatisticasdo leite/leiteemnumeros/industria/tabela04.23.php>. Acesso em: 29 outubro 2007d.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 16, de 23 de agosto de 2005. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Bebida Láctea. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 24 agosto 2005, sec. 1, p. 7.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Resolução nº 5, de 13 de novembro de 2000. Oficializa os Padrões de Identidade e Qualidade (PIQ) de leites fermentados. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 27 novembro 2000, sec. 1, p. 9.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria nº 398, de 30 de abril de 1999. Aprova o regulamento técnico que estabelece as diretrizes básicas para análise e comprovação de propriedades funcionais e/ou de saúde alegadas em rotulagem de alimentos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 3 de maio de 1999. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br>. Acesso em 06 novembro 2007.

BRENNAN, J.G.; BUTTERS, J.R.; COWELL, N.D.; LILLEY, A.E.V. **Las operaciones de la ingeniería de los alimentos**. Zaragoza: Acribia, 1998. 714p.

BRETAS, R.E.S.; D'AVILA, M.A. **Reologia de polímeros fundidos**. São Carlos: EdUFSCAR, 2000.196p.

BRUNO, F.A.; LANKAPUTHRA, W.E.V.; SHAH, N.P. Growth, viability and activity of *Bifidobacterium* spp. in milk containing prebiotics. **Journal of Food Science**, v.67, n.7, p.2740-2744, 2002.

BUJALANCE, C.; MORENO, E.; JIMENEZ-VALERA, M.; RUIZ-BRAVO, A. A probiotic strain of *Lactobacillus plantarum* stimulates lymphocyte responses in immunologically intact and immunocompromised mice. **International Journal of Food Microbiology**, v.113, p. 28-34, 2007.

CAMPOS, S.D.S. **Reologia e textura em alimentos**. Campinas: ITAL, 1989.84p.

CASIRAGHI, M.C.; CANZI, E.; ZANCHI, R.; DONATI, E.; VILLA, L. Effects of a synbiotic milk product on human intestinal Ecosystem. **Journal of Applied Microbiology**, v. 103, p. 499-506, 2007.

CASTILLO, M.; LUCEY, J.A.; WANG, T.; PAYNE, F.A. Effect of temperature and inoculum concentration on gel microstructure, permeability and syneresis kinetics. Cottage cheese-type gels. **International Dairy Journal**, v.16, p.153-163, 2006.

CHAMMAS, G.I.; SALIBA, R.; CORRIEU, G.; BÉAL, C. Characterisation of lactic acid bacteria isolated from fermented milk “laban”. **International Journal of Food Microbiology**, v.110, n.1, p.52-61, 2006.

CHATTERTON, D.E.W.; SMITHERS, G.; ROUPAS, P.; BRODKORB, A. Bioactivity of β -lactoglobulin and α -lactalbumin—Technological implications for processing. **International Dairy Journal**, v.16, p. 229–1240, 2006.

CHEN, C.; WALKER, W.A. Probiotics and Prebiotics: Role in Clinical Disease States. **Advances in Pediatrics**, v. 52, p.77-113, 2005.

CHERBUT, C. Inulin and oligofructose in the dietary fibre concept. **British Journal of Nutrition**, v.87 (suppl 2), p.159-162, 2002.

CHO, Y.H.; LUCEY, J.A.; SINGH, H. Rheological properties of acid milk gels as affected by the nature of the fat globule surface material and heat treatment of milk. **International Dairy Journal**, v.9, p.537-545, 1999.

CHR HANSEN. **The probiotic effects of LA - 5[®] and BB - 12[®]**. Horsholm, 2004.

COLLINS, M.D.; GIBSON, G.R. Probiotics, prebiotics, and synbiotics: approaches for modulating the microbial ecology of the gut. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 69, n.5 (suppl), p.1052–1057, 1999.

COMMANE, D.; HUGHES, R.; SHORTT, C.; ROWLAND, I. The potential mechanisms involved in the anti-carcinogenic action of probiotics. **Mutation Research**, v. 591, p. 276–289, 2005.

CORRÊA, N.B.O.; PÉRET FILHO, L.A. ; PENNA, F.J.; LIMA, F.M.L.S.; NICOLI, J.R. A randomized formula controlled trial of *Bifidobacterium lactis* and *Streptococcus thermophilus* for prevention of Antibiotic-Associated diarrhea in infants. **Journal of Clinical Gastroenterology**, v.39, p.385–389, 2005.

COUSSEMENT, P.A.A. Inulin and oligofructose: safe intakes and legal status. **The Journal of Nutrition**, v.129, p.1412-1417, 1999.

DAVIDSON, M.H.; MAKI, K.C.; SYNECKI, C.; TORRI, S.A.; DRENNAN, K.B. Effects of dietary inulin on serum lipids in men and women with hypercholesterolemia. **Nutrition Research**, v.18, n.3, p.503-517, 1998.

DELMÉE, E.; CANI, P.D.; GUAL, G.; KNAUF, C.; BURCELIN, R.; MATON, N.; DELZENNE, N.M. Relation between colonic proglucagon expression and metabolic response to oligofructose in high fat diet-fed mice. **Life Sciences**, v.79, p.1007-1013, 2006.

DELZENNE, N.M. ; CANI, P.D. A place for dietary fibre in the management of the metabolic syndrome. **Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care**, v.8, p.636-640, 2005.

DI GIACOMO, G.; DEL RE, G.; SPERA, D. Milk whey treatment with recovery of valuable products. **Desalination**, v.108, 273-276, 1996.

DONKOR, O.N.; HENRIKSSON, A.; VASILJEVIC, T.; SHAH, N.P. Effect of acidification on the activity of probiotics in yoghurt during cold storage. **International Dairy Journal**, v.16, p. 1181–1189, 2006.

DORAISWAMY, D. The origins of rheology: a short historical excursion. **Rheology Bulletin**, v.71, n.1, p. 7-17, 2002.

DUNNE, C.; O'MAHONY, L.; MURPHY, L.; THORNTON, G.; MORRISEY, D.; O'HALLORAN, S.; FEENEY, M.; FLYNN, S.; FITZGERALD, G.; DALY, C.; KIELY, B.; O'SULLIVAN, G.C.; SHANAHAN, F.; COLLINS, J.K. *In vitro* selection criteria for probiotic bacteria of human origin: correlation with *in vivo* findings. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 73 (suppl), p. 386-392, 2001.

DUTCOSKY, S.D. **Análise sensorial de alimentos**. Curitiba: Champagnat, 1996. 123 p.

ELGERSMA, A.; TAMMINGA, S.; ELLEN, G. Modifying milk composition through forage. **Animal Feed Science and Technology**, v. 131, n.3-4, p. 207-225, 2006.

EZENDAM, J.; LOVEREN, H.V. Probiotics: Immunomodulation and Evaluation of Safety and Efficacy. **Nutrition Reviews**, v.64, n.1, p.1-14, 2006.

FÁVARO-TRINDADE, C.S.; GROSSO, C.R.F. Encapsulação de culturas probióticas. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.37 (suppl), p.88-93, 2003.

FENNEMA, O.R. **Química de los alimentos**. 2. ed. Zaragoza: Acribia, 2000. 1258p.

FERNÁNDEZ-BAÑARES, F. Nutritional care of the patient with constipation. **Best Practice & Research Clinical Gastroenterology**, v.20, n.3, p.575-587, 2006.

FERNÁNDEZ-BAÑARES, F.; ROSINACH, M.; ESTEVE, M.; FORNÉ, M.; ESPINÓS, J.C.; VIVER, J.M. Sugar malabsorption in functional abdominal bloating: A pilot study on the long-term effect of dietary treatment. **Clinical Nutrition**, v. 25, 824–831, 2006.

FERREIRA, C.L.L.F.; TESHIMA, E. Prebióticos. **Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento**, n.16, p.22-25, 2000.

FIORAMONTI, J.; THEODOROU, V.; BUENO, L. Probiotics: what are they? What are their effects on gut physiology? **Best Practice & Research Clinical Gastroenterology**, v.17, n.5, p.711-724, 2003.

FOEGEDING, E.A.; BROWN, J.; DRAKE, M.; DAUBERT, C.R. Sensory and mechanical aspects of cheese texture. **International Dairy Journal**, v.13, p.585-591, 2003.

FOOKS, L.J.; FULLER, R.; GIBSON, G.R. Prebiotics, probiotics and human gut microbiology. **International Dairy Journal**, v. 9, p. 53-61, 1999.

FREDEEN, A.H. Considerations in the nutritional modification of milk composition. **Animal Feed Science Technology**, v. 59, p. 185-197, 1996.

FULLER, R. Probiotics in man and animals. **Journal of Applied Bacteriology**, v.66, n.5, p.365-378, 1989.

GALLARDO-ESCAMILLA, F.J.; KELLY, A.L.; DELAHUNTY, C.M. Mouthfeel and flavour of fermented whey with added hydrocolloids. **International Dairy Journal**, v.17, p.308-315, 2007.

GARDINI, F.; LANCIOTTI, R.; GUERZONI, M.E.; TORRIANI, S. Evaluation of aroma production and survival of *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* and *Lactobacillus acidophilus* in fermented milks. **International Dairy Journal**, v.9, p.125-134, 1999.

GHALY, A.E.; KAMAL, M.A. Submerged yeast fermentation of acid cheese whey for protein production and pollution potential reduction. **Water Research**, v. 38, p. 631–644, 2004.

GIBSON, G.R.; FULLER, R. Aspects of *in vitro* and *in vivo* research approaches directed toward identifying probiotics and prebiotics for human use. **Journal of Nutrition**, v.130 (supl), p. 391-395, 2000.

GIBSON, G.R.; ROBERFROID, M.B. Dietary modulation of the human colonic microbiota: introducing the concept of prebiotics. **The Journal of Nutrition**, v.125, n.6, p.1401-1412, 1995.

GIBSON, G.R.; WANG, X. Bifidogenic properties of different types of fructo-oligosaccharides. **Food Microbiology**, v.11, p.491-498, 1994.

GINOVART, M.; LÓPEZ, D.; VALLS, J.; SILBERT, M. Simulation modelling of bacterial growth in yoghurt. **International Journal of Food Microbiology**, v. 73, p. 415– 425, 2002.

GOMES, A.M.P.; MALCATA, F.X. *Bifidobacterium* spp. and *Lactobacillus acidophilus*: biochemical, technological and therapeutical properties relevant for use as probiotics. **Trends in Food Science and Technology**, v.10, n. 4/5, p.139-157, 1999.

GRIZOTTO, R.K.; MENEZES, H.C. Avaliação da aceitação de “chips” de mandioca. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.23 (supl), p.79-86, 2003.

GUEIMONDE, M.; JALONEN, L.; HE, F.; HIRAMATSU, M.; SALMINEN, S. Adhesion and competitive inhibition and displacement of human enteropathogens by selected lactobacilli. **Food Research International**, v. 39, p. 467–471, 2006a.

GUEIMONDE, M.; MARGOLLES, A.; REYES-GAVILÁN, C.G. DE LOS; SALMINEN, S. Competitive exclusion of enteropathogens from human intestinal

mucus by *Bifidobacterium* strains with acquired resistance to bile — A preliminary study. **International Journal of Food Microbiology**, v.113, p. 228-232, 2007.

HA, E.; ZEMEL, M.B. Functional properties of whey, whey components, and essential amino acids: mechanisms underlying health benefits for active people. **Journal of Nutritional Biochemistry**, v.14, p.251-258, 2003.

HAQUE, A.; RICHARDSON, R.K.; MORRIS, E.R. Effect of fermentation temperature on the rheology of set and stirred yogurt. **Food Hydrocolloids**, v.15, p.593-602, 2001.

HARTEMINK, R.; VAN LAERE, K.M.J; ROMBOUTS, F.M. Growth of enterobacteria on fructo-oligosaccharides. **Journal of Applied Microbiology**, v.83, p. 367-374, 1997.

HEKMAT, S.; REID, G. Sensory properties of probiotic yogurt is comparable to standard yogurt. **Nutrition Research**, v.26, p.163-166, 2006.

HOLZAPFEL, W.H.; SCHILLINGER, U. Introduction to pre- and probiotics. **Food Research International**, v. 35, p.109–116, 2002.

IGLÉCIO, C. Iogurtes e Bebidas Lácteas. **Alimentos & Tecnologia**, v. 57, n. 9, p.20-25, 1995.

KAILASAPATHY, K. Survival of free and encapsulated probiotic bacteria and their effect on the sensory properties of yoghurt. **LWT- Food Science and Technology**, v.39, n.10, p.1221-1227, 2006.

KAPIKI, A.; COSTALOS, C.; OIKONOMIDOU, C.; TRIANTAFYLLIDOU, A.; LOUKATOU, E.; PERTROHILOU, V. The effect of a fructo-oligosaccharide supplemented formula on gut flora of preterm infants. **Early Human Development**, v.83, p. 335-339, 2007.

KAR, T.; MISRA, A.K. Therapeutic properties of whey used as fermented drink. **Revista de Microbiologia**, v.30, p.163-169, 1999.

KEOGH, M.K.; O' KENNEDY, B.T. Rheology of stirred yogurt as affected by added milk fat, protein and hydrocolloids. **Journal of Food Science**, v.63, n.1, p.108-112, 1998.

KIP, P.; MEYER, D.; JELLEMA, R.H. Inulins improve sensoric and textural properties of low-fat yoghurts. **International Dairy Journal**, v.16, n.9, p.1098-1103, 2006.

KOKSOY, A.; KILIC, M. Use of hydrocolloids in textural stabilization of a yoghurt drink, ayran. **Food Hydrocolloids**, v.18, p. 593-600, 2004.

KOLIDA, S.; TUOHY, K.; GIBSON, G.R. Prebiotic effects of inulin and oligofructose. **British Journal of Nutrition**, v.87 (suppl 2), p.193-197, 2002.

KRISTO, E.; BILIADERIS, C.G.; TZANETAKIS, N. Modelling of rheological, microbiological and acidification properties of a fermented milk product containing a

probiotic strain of *Lactobacillus paracasei*. **International Dairy Journal**, v.13, p.517-528, 2003a.

KRISTO, E.; BILIADERIS, C.G.; TZANETAKIS, N. Modelling of the acidification process and rheological properties of milk fermented with a yogurt starter culture using response surface methodology. **Food Chemistry**, v.83, p.437-446, 2003b.

KUKKONEN, K.; SAVILAHTI, E.; HAAHTELA, T.; JUNTUNEN-BACKMAN, K.; KORPELA, R.; POUSSA, T.; TUURE, T.; KUITUNEN, M. Probiotics and prebiotic galacto-oligosaccharides in the prevention of allergic diseases: A randomized, double-blind, placebo-controlled trial. **Journal of Allergy and Clinical Immunology**, v. 119, p. 192-198, 2007.

KULMYRZAEV, A.; DUFOUR, É.; NOE, Y.; HANAFI, M.; KAROUI, R.; QANNARI, E.M.; MAZEROLLES, G. Investigation at the molecular level on soft cheese quality and ripening by infrared and fluorescence spectroscopies and chemometrics - relationships with rheology properties. **International Dairy Journal**, v.15, p.669-678, 2005.

LANZILOTTI, R.S.; LANZILOTTI, H.S. Análise sensorial sob o enfoque da decisão *Fuzzy*. **Revista de Nutrição**, v.12, n.2, p.145-157, 1999.

LAWS, A.P.; MARSHALL, V.M. The relevance of exopolysaccharides to the rheological properties in milk fermented with rropy strains of lactic acid bacteria. **International Dairy Journal**, v.11, p.709-721, 2001.

LEE, W.J.; LUCEY, J.A. Structure and physical properties of yogurt gels: effect of inoculation rate and incubation temperature. **Journal of Dairy Science**, v.87, p.3153-3164, 2004.

LEE, Y.; SALMINEN, S. The coming of age of probiotics. **Trends in Food Science and Technology**, v.6, n.7, p.241-245, 1995.

LERAYER, A.L.S.; MIGUEL, A.M.R. de O.; GUEDES, A.L. de A.; CARVALHO, A.F. de; ITAJDENWURCEL, J.R.; FONSECA, L.M. da, MOSQUIM, M.C.A.; NUTTI, M.R.; SIMÃO FILHO, P.; BRANDÃO, S.C.C.; PORFÍRIO, T. de A. **Nova legislação Comentada de Produtos Lácteos - Revisada e Ampliada**. São Paulo: Revista Indústria de Alimentos, 2002. 327p.

LEWIS, M.J. **Propiedades físicas de los alimentos y de los sistemas de procesado**. Zaragoza: Acribia, 1993. 494p.

LIN, W.H.; HWANG, C.F.; CHEN, L.W.; TSEN, H.Y. Viable counts, characteristic evaluation for commercial lactic acid bacteria products. **Food Microbiology**, v. 23, p. 74-81, 2006.

LUCEY, J.A. Cultured dairy products: an overview of their gelation and texture properties. **International Journal of Dairy Technology**, v.57, n.2/3, p.77-84, 2004.

LUCEY, J.A. The relationship between rheological parameters and whey separation in milk gels. **Food Hydrocolloids**, v.15, p.603-608, 2001.

LUCEY, J.A.; MUNRO, P.A.; SINGH, H. Effects of heat treatment and whey protein addition on the rheological properties and structure of acid skim milk gels. **International Dairy Journal**, v.9, p.275-279, 1999.

LUCEY, J.A.; SINGH, H. Formation and physical properties of acid milk gels: a review. **Food Research International**, v.30, n.7, p. 529-542, 1998.

MACFARLANE, S.; MACFARLANE, G.T.; CUMMINGS, J.H. Review article: prebiotics in the gastrointestinal tract. **Alimentary Pharmacology & Therapeutics**, v. 24, n. 5, p. 701-714, 2006.

MACHADO, J.C.V. **Reologia e escoamento de fluidos: ênfase na indústria do petróleo**. Rio de Janeiro: Interciência: PETROBRÁS, 2002. 257p.

MADRID, A.; CENZANO, I.; VICENTE, J.M. **Manual de indústrias dos alimentos**. São Paulo: Varela, 1996. 599p.

MAGENIS, R.B.; PRUDÊNCIO, E.S.; AMBONI, R.D.M.C.; CERQUEIRA JÚNIOR, N.G.; OLIVEIRA, R.V.B.; SOLDI, V.; BENEDET, H.D. Compositional and physical properties of yogurts manufactured from milk and whey cheese concentrated by ultrafiltration. **International Journal of Food Science and Technology**, v.41, p.560-568, 2006.

MARCONDES, T. **Leite - síntese anual da agricultura de Santa Catarina 2005-2006**. Disponível em:
http://www.cepa.epagri.sc.gov.br/publicacoes/sintese_2006/leite_2006.pdf. Acesso em: 06 novembro de 2007.

MARTEAU, P.; BOUTRON-RUAULT, M.C. Nutritional advantages of probiotics and prebiotics. **British Journal of Nutrition**, v.87 (suppl 2), p.153-157, 2002.

MARTÍNEZ-VILLALUENGA, C.; FRÍAS, J.; GÓMEZ, R.; VIDAL-VALVERDE, C. Influence of addition of raffinose family oligosaccharides on probiotic survival in fermented milk during refrigerated storage. **International Dairy Journal**, v.16, n.7, p.768-774, 2006.

MASCO, L.; HUYS, G.; BRANDT, E. de; TEMMERMAN, R.; SWINGS, J. Culture-dependent and culture-independent qualitative analysis of probiotic products claimed to contain bifidobacteria. **International Journal of Food Microbiology**, v.102, p. 221-230, 2005.

MATTILA-SANDHOLM, T.; MYLLÄRINEN, P.; CRITTENDEN, R.; MOGENSEN, G.; FONDÉN, R.; SAARELA, M. Technological challenges for future probiotic foods. **International Dairy Journal**, v.12, p.173-182, 2002.

MÄTTÖ, J.; FONDÉN, R.; TOLVANEN, T.; WRIGHT, A.V.; VILPPONEN-SALMELA, T.; SATOKARI, R.; SAARELA, M. Intestinal survival and persistence of

probiotic *Lactobacillus* and *Bifidobacterium* strains administered in triple-strain yoghurt. **International Dairy Journal**, v. 16, p. 1174–1180, 2006.

MCCLEAN, K. Probiotics help reduce severity of atopic dermatitis. **The Journal of Pediatrics**, v. 148, n. 1, p. 143-144, 2006.

MEHINAGIC, E.; ROYER, G.; SYMONEAUX, R.; BERTRAND, D.; JOURJON, F. Prediction of the sensory quality of apples by physical measurements. **Postharvest Biology and Technology**, v. 34, p. 257–269, 2004.

MEHINAGIC, E.; ROYERA, G.E.; BERTRAND, D.; SYMONEAUX, R.; LAURENS, F.; JOURJON, F. Relationship between sensory analysis, penetrometry and visible NIR spectroscopy of apples belonging to different cultivars. **Food Quality and Preference**, v.14, p.473-484, 2003.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G.V.; CARR, B.T. **Sensory evaluation techniques**. 3. ed., Boca Raton, FL.: CRC Press, 1999. 387p.

MENDONÇA, C.R.B.; ZAMBIAZI, R.C.; GULARTE, M.A.; GRANADA, G.G. Características sensoriais de compotas de pêssego light elaboradas com sucralose e acesulfame-K. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.25, n.3, p.401-407, 2005.

MING, P. Ingredientes inovadores funcionais: tendências. In: XIX Congresso Nacional de Laticínios, 2002, v.57, n.32, Juiz de Fora. **Anais do XIX Congresso Nacional de Laticínios**, Juiz de Fora: Instituto de Laticínios Cândido Tostes, 2002. p.71-83.

MOLIS, C.; FLOURIÉ, B.; OUARNE, F.; GAILING, M.-F.; LARTIGUE, S.; GUIBERT, A.; BORNET, F.; GALMICHE, J.-P. Digestion, excretion, and energy value of fructooligosaccharides in healthy humans. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.64, p.324-328, 1996.

MORAL, A.M.; MORENO-ALIAGA, M.J.; HERNÁNDEZ, A.M. Efecto de los prebióticos sobre el metabolismo lipídico. **Nutrición Hospitalaria**, v.18, p.181-188, 2003.

MORO, G.; MINOLI, I.; MOSCA, M.; FANARO, S.; JELINEK, J.; STAHL, B.; BOEHM, G. Dosage-related bifidogenic effects of galacto- and fructooligosaccharides in formula-fed term infants. **Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition**, v.34, p.291-295, 2002.

MORRISON, D.J.; MACKAY, W.G.; EDWARDS, C.A.; PRESTON, T.; DODSON, B.; WEAVER, L.T. Butyrate production from oligofructose fermentation by the human faecal flora: what is the contribution of extracellular acetate and lactate? **British Journal of Nutrition**, v. 96, p. 570-577, 2006.

MOTTET, C.; MICHETTI, P. Probiotics: wanted dead or alive. **Digestive and Liver Disease**, v.37, p.3-6, 2005.

NEVES, B.S. Elaboração de bebidas lácteas a base de soro. **Leite & Derivados**, v.2, n.10, p.50-54, 1993.

NITSCHKE, M.; UMBELINO, D.C. Frutooligossacarídeos: novos ingredientes funcionais. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.36, n.1, p.27-34, 2002.

NOMOTO, K. Prevention of infections by probiotics. **Journal of Bioscience and Bioengineering**, v. 100, n. 6, p. 583–592, 2005.

NZEUSSEU, A. ; DIENST, D. ; HAUFROID, V. ; DEPRESSEUX, G. ; DEVOGELAER, J.P. ; MANICOURT, D.H. Inulin and fructo-oligosaccharides differ in their ability to enhance the density of cancellous and cortical bone in the axial and peripheral skeleton of growing rats. **Bone**, v. 38, p. 394–399, 2006.

O’SULLIVAN, D.J. Screening of intestinal microflora for effective probiotic bacteria. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.49, p.1751-1760, 2001.

OLIVEIRA, M. da C.L. de. **Avaliação sensorial e caracterização química de queijo fresco cremoso obtido por ultrafiltração de leite fermentado e de bebida láctea elaborada a partir do permeado**. 2004. 83f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Programa de pós-graduação em Ciência dos Alimentos, UFSC, Florianópolis.

OLIVEIRA, M.N.; SODINI, I.; REMEUF, F.; CORRIEU, G. Effect of milk supplementation and culture composition on acidification, textural properties and microbiological stability of fermented milks containing probiotic bacteria. **International Dairy Journal**, v.11, p.935-942, 2001.

ORDÓÑEZ, J.A.; RODRÍGUEZ, M.I.C.; ÁLVAREZ, L.F.; SANZ, M.L.G.; MINGUILLÓN, G.D.G.F.; PERALES, L.H.; CORTECERO, M.D.S. **Tecnología de alimentos - Alimentos de origem animal**. Porto Alegre: Artmed, 2005. Vol. 2. 279p.

PALMQUIST, D.L.; STELWAGEN, K.; ROBINSON, P.H. Modifying milk composition to increase use of dairy products in healthy diets. **Animal Feed Science and Technology**, v. 131, n.3-4, p. 149-153, 2006.

PASSOS, L.M.L.; PARK, Y.K. Frutooligossacarídeos: implicações na saúde humana e utilização em alimentos. **Ciência Rural**, v.33, n.2, p.385-390, 2003.

PENNA, A. L. B.; OLIVEIRA, M. N.; TAMIME, A. Y. Influence of carrageenan and total solids content on the rheological properties of lactic beverage made with yogurt and whey. **Journal of Texture Studies**, v. 34, p. 95–113, 2003.

PENNA, A.L.B.; OLIVEIRA, M.N.; BARUFFALDI, R. Análise de consistência de iogurte: correlação entre medida sensorial e instrumental. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.17, n.2, p.98-101, 1997.

PEREIRA, R.B.; SINGH, H.; MUNRO, P.A.; LUCKMAN, M.S. Sensory and instrumental textural characteristics of acid milk gels. **International Dairy Journal**, v.13, p.655-667, 2003.

PHILLIPS, G.O; WILLIAMS, P. A. **Handbook of Hydrocolloids**, 1.ed. Woodhead publishing limited, Abington, p. 397–403, 2000.

PIGGOTT, J.R. Design questions in sensory and consumer science. **Food Quality and Preference**, v.6, p.217-220, 1995.

PONS, M.; FISZMAN, S.M. Instrumental texture profile analysis with particular reference to gelled systems. **Journal of Texture Studies**, v.27, p.597-624, 1996.

PUUPPONEN-PIMIÄ, R.; AURA, A.-M.; OKSMAN-CALDENTY, K.-M.; MYLLÄRINEN, P.; SAARELA, M.; MATTILA-SANDHOLM, T.; POUTANEN, K. Development of functional ingredients for gut health. **Trends in Food Science & Technology**, v.13, p.3-11, 2002.

RAO, V.A. The prebiotic properties of oligofructose at low intake levels. **Nutrition Research**, v.21, p.843-848, 2001.

RASCHKA, L.; DANIEL, H. Mechanisms underlying the effects of inulin-type fructans on calcium absorption in the large intestine of rats. **Bone**, v. 37, n. 5, p. 728-735, 2005.

RASTALL, R.A.; MAITIN, V. Prebiotics and synbiotics: towards the next generation. **Current Opinion in Biotechnology**, v.13, p. 490–496, 2002.

REIG, A.L.L.C.; ANESTO, J.B. Prebióticos y probióticos, una relación beneficiosa. **Revista Cubana de Alimentación y Nutrición**, v.16, n.1, p.63-68, 2002.

RESA, P.; BOLUMAR, T.; ELVIRA, L.; PÉREZ, G.; ESPINOSA, F.M. de. Monitoring of lactic acid fermentation in culture broth using ultrasonic velocity. **Journal of Food Engineering**, v. 78, p. 1083–1091, 2007.

RESURRECCION, A.V.A. **Consumer sensory testing for product development**. Maryland: Aspen, 1998. 254p.

ROBERFROID, M.B. Functional foods: concepts and application to inulin and oligofructose. **British Journal of Nutrition**, v.87(suppl 2), p.139-143, 2002.

ROBERFROID, M.B. Introducing inulin-type fructans. **British Journal of Nutrition**, v. 93 (suppl. 1), p. 13-25, 2005.

ROBERFROID, M.B. Prebiotics and probiotics: are they functional foods? **American Journal of Clinical Nutrition**, v.71 (suppl), p. 1682-1687, 2000.

ROUDOT, A.C. **Reologia y análisis de la textura de los alimentos**. Tradução: Angel Ignacio Neguerela Suberviola. Zaragoza: Acribia, 2004.

RYCROFT, C.E.; JONES, M.R.; GIBSON, G.R.; RASTALL, R.A. A comparative *in vitro* evaluation of the fermentation properties of prebiotic oligosaccharides. **Journal of Applied Microbiology**, v.91, p.878-887, 2001.

SAARELA, M.; MOGENSEN, G.; FONDÉN, R.; MÄTTÖ, J.; MATTILA-SANDHOLM, T. Probiotic bacteria: safety, functional and technological properties. **Journal of Biotechnology**, v.84, p.197-215, 2000.

SABOYA, L.V.; OETTERER, M.; OLIVEIRA, A.J. Propriedades profiláticas e terapêuticas de leites fermentados - uma revisão. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.31, n.2, 1997.

SALMINEN, S.; ISOLAURI, E. Intestinal colonization, microbiota, and probiotics. **The Journal of Pediatrics**, v.149, n. 5 (suppl 1), p.115-120, 2006.

SAZAWAL, S.; HIREMATH, G.; DHINGRA, U.; MALIK, P.; DEB, S.; BLACK, R.E. Efficacy of probiotics in prevention of acute diarrhoea: a meta-analysis of masked, randomised, placebo-controlled trials. **The Lancet Infectious Diseases**, v.6, n. 6, p. 374-382, 2006.

SCHEINBACH, S. Probiotics: functionality and commercial status. **Biotechnology Advances**, v. 16, n. 3, p. 581-608, 1998.

SCHRAMM, G. **Reologia e Reometria: fundamentos teóricos e práticos**. São Paulo: Artliber, 2006. 237p.

SCHREZENMEIER, J.; DE VRESE, M. Probiotics, prebiotics, and synbiotics - approaching a definition. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.73 (suppl), p.361-364, 2001.

SHAKER, R.R.; JUMAH, R.Y.; ABU-JDAYIL, B. Rheological properties of plain yogurt during coagulation process: impact of fat content and preheat treatment of milk. **Journal of Food Engineering**, v.44, p.175-180, 2000.

SHIN, H.-S.; LEE, J.-H.; PESTKA, J.J.; USTUNOL, Z. Growth and viability of commercial *Bifidobacterium* spp in milk containing oligosaccharides and inulin. **Journal of Food Science**, v.65, n.5, p.884-887, 2000.

SILVA, K.; BOLINI, H.M.A. Avaliação sensorial de sorvete formulado com produto de soro ácido de leite bovino. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.26, n.1, 2006.

SINHA, R.; RADHA, C.; PRAKASH, J.; KAUL, P. Whey protein hydrolysate: Functional properties, nutritional quality and utilization in beverage formulation. **Food Chemistry**, v. 101, n. 4, p. 1484-1491, 2007.

SISO, M.I.G The biotechnological utilization of cheese whey: a review. **Bioresource Technology**, v.57, p.1-11, 1996.

SIVIERI, K.; OLIVEIRA, M.N. Avaliação da vida-de-prateleira de bebidas lácteas preparadas com “fat replacers” (Litesse e Dairy-lo). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.22, n.1, 2002.

SODINI, I.; LUCAS, A.; OLIVEIRA, M.N.; REMEUF, F.; CORRIEU, G. Effect of milk base and starter culture on acidification, texture, and probiotic cell counts in fermented milk processing. **Journal of Dairy Science**, v.85, p.2479-2488, 2002.

SODINI, I.; LUCAS, A.; TISSIER, J.P.; CORRIEU, G. Physical properties and microstructure of yoghurts supplemented with milk protein hydrolysates. **International Dairy Journal**, v.15, p.29-35, 2005.

SPREER, E. **Lactologia Industrial**. Zaragoza: Acribia, 1991. 617p.

STOKES, J. R.; TELFORD, J. H. Measuring the yield behaviour of structured fluids. **Journal of Non-Newtonian Fluid Mechanics**, v.124, p.137-146, 2004.

STONE, H.; SIDEL, J.L.. **Sensory Evaluation Practices**. Orlando, FL.: Academic Press, 1985. 313p.

SZAJEWSKA, H.; MRUKOWICZ, J.Z. Probióticos e gastroenterite aguda em crianças - revisão crítica de evidências publicadas. **Anais Nestlé**, v.64, p.26-39, 2005.

SZAJEWSKA, H.; RUSZCZYN´SKI, M.; RADZIKOWSKI, A. Probiotics in the prevention of antibiotic-associated diarrhea in children: a meta-analysis of randomized controlled trials. **The Journal of Pediatrics**, v. 149, n. 3, p. 367-372, 2006.

SZCZESNIAK, A.S. Sensory texture profiling historical and scientific perspectives. **Food Technology**, v.52, p.54-57, 1998.

SZCZESNIAK, A.S. Texture is a sensory property. **Food Quality and Preference**, v.13, p.215-225, 2002.

TABILO-MUNIZAGA, G.; BARBOSA-CÁNOVAS, G.V. Rheology for the food industry. **Journal of Food Engineering**, v.67, p.147-156, 2005.

TAMIME, A.Y.; ROBINSON, R.K. **Yoghurt Science and technology**. 3^a. ed. Cambridge: Woodhead Publishing Limited, 2000.

TEMMERMAN, R.; HUYS, G.; SWINGS, J. Identification of lactic acid bacteria: culture-dependent and culture independent methods. **Trends in Food Science & Technology**, v. 15, p. 348–359, 2004.

THAMER, K.G.; PENNA, A.L.B. Efeito do teor de soro, açúcar e de frutooligossacarídeos sobre a população de bactérias lácticas probióticas em bebidas fermentadas. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v.41, n.3, p.393-400, 2005.

TIJSKENS, E.; DE BAERDEMAEKER, J. Mathematical modelling of syneresis of cheese curd. **Mathematics and Computers in Simulation**, v.65, p.165-175, 2004.

TRUONG, V.D.; DAUBERT, C.R. Comparative study of large strain methods in assessing failure characteristics of selected food. **Journal of Texture Studies**, v.31, p.335-353, 2000.

- TSUCHIYA, A.; ALMIRON-ROIG, E.; LLUCH, A.; GUYONNET, D.; DREWNOWSKI, A. Higher satiety ratings following yogurt consumption relative to fruit drink or dairy fruit drink. **Journal of the American Dietetic Association**, v. 106, n. 4, p. 550-557, 2006.
- UEHARA, S.; MONDEN, K.; NOMOTO, K.; SENNO, Y.; KARIYAMA, R.; KUMON, H. A pilot study evaluating the safety and effectiveness of *Lactobacillus* vaginal suppositories in patients with recurrent urinary tract infection. **International Journal of Antimicrobial Agents**, v. 28 (suppl), p. 30–34, 2006.
- URALA, N.; LÄHTEENMÄKI, L. Consumers' changing attitudes towards functional foods. **Food Quality and Preference**, v. 18, p.1–12, 2007.
- VAN DEN HEUVEL, E.G.H.M.; MUYS, T.; DOKKUM, W.V.; SCHAAFSMA, G. Oligofructose stimulates calcium absorption in adolescents. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.69, p.544-548, 1999.
- VARNAM, A.H.; SUTHERLAND, J.P. **Leche y productos lácteos**. Zaragoza: Acribia, 1995. 476p.
- VASBINDER, A.J.; ALTING, A.C.; VISSCHERS, R.W.; KRUIF, C.G. Texture of acid milk gels: formation of disulfide cross-links during acidification. **International Dairy Journal**, v.13, p.29-38, 2003.
- VIDAL-MARTINS, A.M.C.; SALOTTI, B.M.; ROSSI JÚNIOR, O.D.; PENNA, A.L.B. Evolução do índice proteolítico e do comportamento reológico durante a vida de prateleira de leite UAT/UHT. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.25, n.4, p.698-704, 2005.
- VILELA, D. ; MARTINS, C. E.; BRESSAN, M.; CARVALHO, L. A. **Sustentabilidade da pecuária de leite no Brasil: qualidade e segurança alimentar**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2001. 184p.
- VILELA, D. **Investir em leite é investir no Brasil**. Disponível em: <http://www.cnpqgl.embrapa.br/artigos>. Acesso em: 29 outubro de 2007.
- VILELA, G. G.; BACILA, M.; TASTALDI, H. **Bioquímica**. Rio de Janeiro: Guanabara, 2002.
- VINDEROLA, C.G.; BAILO, N.; REINHEIMER, J.A. Survival of probiotic microflora in Argentinian yoghurts during refrigerated storage. **Food Research International**, v.33, p.97-102, 2000.
- VULEVIC, J.; RASTALL, R.A.; GIBSON, G.R. Developing a quantitative approach for determining the in vitro prebiotic potential of dietary oligosaccharides. **FEMS Microbiology Letters**, v. 236, p.153–159, 2004.
- WALIGORA-DUPRIET, A.J.; CAMPEOTTO, F.; NICOLIS, I.; BONET, A.; SOULAINES, P.; DUPONT, C.; BUTEL, M.J. Effect of oligofructose supplementation

on gut microflora and well-being in young children attending a day care centre.

International Journal of Food Microbiology, v. 113, p. 108-113, 2007.

WATTS, B.M.; YLIMAKI, G.L.; JEFFERY, L.E.; ELÍAS, L.G. **Métodos sensoriales básicos para la evaluación de alimentos**. Ottawa: CIID, 1992. 170p.

WATZL, B.; GIRRBACH, S.; ROLLER, M. Inulin, oligofructose and immunomodulation. **British Journal of Nutrition**, v. 93 (Suppl. 1), p.49-55, 2005.

WILSON, J. Milk Intolerance: Lactose Intolerance and Cow's Milk Protein Allergy. **Newborn and Infant Nursing Reviews**, v. 5, n. 4, p. 203–207, 2005.

WOLLOWSKI, I.; RECHKEMMER, G.; POOL-ZOBEL, B.L. Protective role of probiotics and prebiotics in colon cancer. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.73 (suppl), p.451-455, 2001.

YAZICI, F.; AKGUN, A. Effect of some protein based fat replacers on physical, chemical, textural, and sensory properties of strained yoghurt. **Journal of Food Engineering**, v.62, p.245-254, 2004.

YUN, J.W. Fructooligosaccharides - Occurrence, preparation, and application. **Enzyme and Microbial Technology**, v.19, p.107-117, 1996.

ZACARCHENCO, P.B.; MASSAGUER-ROIG, S. Avaliação sensorial, microbiológica e de pós-acidificação durante a vida-de-prateleira de leites fermentados contendo *Streptococcus thermophilus*, *Bifidobacterium longum* e *Lactobacillus acidophilus*. **Ciência e Tecnologia dos Alimentos**, v.24, n.4, p.674-679, 2004.

ZIEMER, C.J.; GIBSON, G.R. An overview of probiotics, prebiotics and symbiotic in the functional food concept: perspectives and future strategies. **International Dairy Journal**, v.8, p.473-479, 1998.

CAPÍTULO 2

O emprego de diferentes proporções de soro de queijo e oligofrutose no desenvolvimento de bebida láctea funcional

* Artigo submetido à publicação no *Nutrition Research* (ISSN: 0271-5317) (Anexo B).

O emprego de diferentes proporções de soro de queijo e oligofrutose no desenvolvimento de bebida láctea funcional

The utilization of different content of cheese whey and oligofructose in the development of functional lactic beverages

Fabiane Picinin de Castro^a, Thiago Meurer Cunha^a, Paulo José Ogliari^b, Reinaldo F. Teófilo^c, Márcia M. C. Ferreira^c, Elane Schwinden Prudêncio^{a,*}

^a Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Rod. Admar Gonzaga, 1346, Itacorubi, 88034-001, Florianópolis, SC, Brasil.

^b Departamento de Informática e Estatística, Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Trindade, 88040-970, Florianópolis, SC, Brasil.

^c Instituto de Química, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), CP 6154, 13084-971, Campinas, SP, Brasil.

Resumo

A imagem saudável associada ao iogurte e outros produtos lácteos, como as bebidas lácteas, tem levado a um aumento no consumo destes alimentos. Além disso, bebidas lácteas têm sido usadas como importantes veículos de probióticos, sendo que a utilização de soro de queijo e oligofrutose poderia contribuir ainda mais para as propriedades funcionais deste produto. Entretanto, devido ao curto período de vida dos probióticos, estudos têm sido realizados visando avaliar a contribuição dos prebióticos na melhora da viabilidade destes microrganismos. As propriedades tecnológicas (tempo de fermentação, acidez e índice de sinerese) e a população de bactérias probióticas em bebidas lácteas fermentadas elaboradas com diferentes proporções de soro de queijo e oligofrutose foram avaliadas. Os resultados demonstraram que a oligofrutose, nas concentrações avaliadas neste estudo, não teve influência significativa ($p > 0,05$) nas variáveis resposta, enquanto a proporção de soro de queijo somente influenciou ($p < 0,05$) o índice de sinerese das bebidas lácteas. A concentração de prebiótico

(oligofrutose) utilizada aliada à população de probióticos (6 log UFC/mL) foi suficiente para conferir propriedades funcionais às bebidas lácteas fermentadas.

Palavras-chave: produtos lácteos, soro, probióticos, oligofrutose, fibra dietética.

Abstract

The healthy image associated with yoghurt and other dairy products, such as lactic beverages, has led to an increase in the consumption of these foods. Moreover, lactic beverages have been used as an important vehicle for probiotics, and the utilization of cheese whey and oligofructose could contribute even more to the functional properties of this product. However, because of the short lifespan of probiotics, studies have been carried out aiming at the evaluation of the contribution of prebiotics in the improvement of the viability of these microorganisms. The technological properties (fermentation time, acidity and syneresis index) and the population of probiotic bacteria in fermented lactic beverages manufactured with different content of cheese whey and oligofructose were evaluated. The results showed that oligofructose, at the concentrations evaluated in this study, did not show any significant influence ($p > 0.05$) on the response variables, whereas the content of cheese whey only influenced ($p < 0.05$) on the syneresis index of lactic beverages. The concentration of prebiotic (oligofructose) used in conjunction with the population of probiotics (6 log CFU/mL) was enough to confer functional properties to fermented lactic beverages.

Keywords: dairy products, whey, probiotics, oligofructose, dietary fiber.

1. Introdução

O soro de queijo, produto secundário da indústria queijeira, apresenta um grande potencial para o desenvolvimento de produtos lácteos devido ao seu valor nutricional, pois é fonte de proteínas de alto valor biológico, rico em minerais e vitaminas, principalmente a riboflavina (HA; ZEMEL, 2003). No entanto, apesar de ser um produto nutritivo, o soro ainda é pouco empregado na alimentação humana (DRGALIC; TRATNIK; BOZANIC, 2005). Tem-se observado que enquanto nos países desenvolvidos, cerca de 95 % do total de soro é empregado na produção de alimentos, no Brasil, somente 50 % é aproveitado (SILVA et al., 2001). A substituição parcial de leite por soro líquido na elaboração de leites fermentados pode ser uma alternativa racional à incorporação deste produto secundário na nutrição humana.

Bebida láctea fermentada pode ser definida como um tipo de leite fermentado, resultante da mistura de leite e soro de queijo adicionada de cultura láctica e outros produtos lácteos (GALLARDO-ESCAMILLA; KELLY; DELAHUNTY, 2007). Devido a menor acidez, consistência e valor comercial, este tipo de bebida apresenta grande aceitabilidade pelos brasileiros (IGLÉCIO, 1995; ALMEIDA, BONASSI; ROÇA, 2001). Além disso, a imagem saudável associada com o iogurte e outros produtos lácteos, como a bebida láctea, tem levado ao aumento do consumo destes alimentos (ACHANTA; ARYANA; BOENEKE, 2007). No entanto, ainda não se tem bem definida a proporção entre leite e soro de queijo a ser utilizada na elaboração desse produto (ALMEIDA, BONASSI; ROÇA, 2001; PENNA; SIVIERI; OLIVEIRA, 2001).

A bebida láctea tem sido empregada também como importante veículo de probióticos (DRGALIC; TRATNIK; BOZANIC, 2005; ALMEIDA; TAMIME; OLIVEIRA, 2007). Os probióticos são microrganismos viáveis que, quando consumidos regularmente, afetam benéficamente a saúde humana (FULLER, 1989), por melhorar o balanço da microbiota intestinal e as defesas contra patógenos. Outros benefícios atribuídos aos probióticos incluem a prevenção de câncer, estímulo do sistema imune, redução do colesterol sérico e melhora da síntese de vitaminas (HEENAN et al., 2004; SAAD, 2006). As espécies mais freqüentemente empregadas como probióticos pertencem aos gêneros *Lactobacillus* e *Bifidobacterium* (GOMES; MALCATA, 1999; ISOLAURI, 2004). Entretanto, devido ao curto período de vida dos

probióticos, estudos têm sido realizados visando avaliar a contribuição dos prebióticos na melhora da viabilidade desses microrganismos (RAO, 2001; RYCROFT et al., 2001 ; LOSADA; OLLEROS, 2002; ARYANA; MCGREW, 2007; HUEBNER; WEHLING; HUTKINS, 2007).

Prebióticos são componentes alimentares não digeríveis, geralmente oligossacarídeos, com atividade bifidogênica, ou seja, capazes de estimular o crescimento e/ou atividade de algumas bactérias benéficas presentes no intestino (GIBSON; ROBERFROID, 1995; VINDEROLA; BAILO; REINHEIMER, 2000). Dentre eles, a oligofrutose tem sido amplamente utilizada, não só devido aos seus importantes benefícios nutricionais, mas também pelas propriedades funcionais que apresenta (SANGEETHA; RAMESH; PRAPULLA, 2005; THAMER; PENNA, 2005).

A mudança na composição das bebidas lácteas pode afetar o fenômeno de sinerese, ou seja, o aparecimento espontâneo do soro na superfície de um gel durante o armazenamento. Em leites fermentados, a sinerese é considerada um defeito primário e um fator limitante à aceitabilidade do produto pelo consumidor (LUCEY; SINGH, 1998, LUCEY, 2001; AMATAYAKUL; SHERKAT; SHAH, 2006; KAILASAPATHY, 2006). Outro aspecto que pode comprometer a aceitabilidade é a acidez, a qual também pode afetar a viabilidade das bactérias probióticas em bebidas lácteas (VINDEROLA; BAILO; REINHEIMER, 2000; VINDEROLA et al., 2000; TALWALKAR; KAILASAPATHY, 2004; THAMER; PENNA, 2006).

A adição de soro de queijo, bactérias probióticas e prebiótico em uma bebida láctea fermentada poderia resultar em um alimento funcional, servindo de nova alternativa para a indústria láctea e para os consumidores interessados em uma alimentação saudável, nutritiva e com novas características sensoriais (VINDEROLA; BAILO; REINHEIMER, 2000; THAMER; PENNA, 2005). Existem poucos trabalhos avaliando as características de bebidas lácteas elaboradas com pro- e prebióticos. Desta forma, o objetivo deste estudo foi avaliar as propriedades tecnológicas (tempo de fermentação, acidez e índice de sinerese) e a população de bactérias probióticas em bebidas lácteas fermentadas elaboradas com diferentes proporções de soro de queijo e oligofrutose.

2. Material e métodos

2.1 Delineamento experimental

O delineamento experimental aliado à metodologia de superfície de resposta permite, através de um pequeno número de experimentos, realizar uma investigação simultânea dos principais efeitos das variáveis experimentais e os efeitos de interação destas na resposta desejada (TEÓFILO; FERREIRA, 2006). Portanto, neste estudo foi empregado o delineamento experimental Composto Central (CCD) para duas variáveis independentes. Os níveis codificados das variáveis (proporção de soro - X_1 e concentração de oligofrutose - X_2) e seus valores reais estão demonstrados na Tabela 1. O delineamento experimental foi composto por 13 ensaios (Tabela 2), sendo quatro fatoriais (combinação dos níveis -1 e +1), quatro axiais (uma variável no nível $\pm \alpha$ e a outra em zero) e cinco repetições no ponto central (duas variáveis no nível zero). O nível zero (0) foi selecionado de acordo com dados disponíveis na literatura para produtos similares (COUSSEMENT, 1999; FUCHS et al., 2005; THAMER; PENNA, 2005). Experimentos no centro do delineamento foram realizados a fim de estimar o erro puro. Todos os experimentos foram realizados em ordem aleatória a fim de minimizar o efeito da variabilidade inesperada nas respostas observadas devido aos erros sistemáticos. As variáveis dependentes (respostas) foram tempo de fermentação (horas), acidez (% ácido láctico), índice de sinerese (mL) e contagem de células viáveis probióticas (log UFC/mL). A concentração de cultura inicial (6 log UFC/mL) e a temperatura de fermentação (40 °C), indicadas pelo fabricante (Chr Hansen®), foram mantidas constantes.

Tabela 1: Variáveis e níveis de variação do experimento.

Variáveis	Níveis				
	- α	-1	0	+ 1	+ α
Proporção de soro (X_1) (%) (v/v)	27,93	30	35	40	42,07
Concentração de oligofrutose (X_2) (%) (m/v)	1,379	2	3,5	5	5,621

$\alpha = \pm 1,414$ para duas variáveis independentes.

Tabela 2: Delineamento experimental Composto Central para duas variáveis para elaboração das bebidas lácteas.

Ensaio	Codificados		Reais	
	X ₁	X ₂	Proporção de soro (% v/v)	Concentração de oligofrutose (% m/v)
1	-1	-1	30	2
2	1	-1	40	2
3	-1	1	30	5
4	1	1	40	5
5	- α	0	27,93	3,5
6	α	0	42,07	3,5
7	0	- α	35	1,379
8	0	α	35	5,621
9	0	0	35	3,5
10	0	0	35	3,5
11	0	0	35	3,5
12	0	0	35	3,5
13	0	0	35	3,5

$\alpha = \pm 1,414$ para duas variáveis independentes.

2.2 Elaboração das bebidas lácteas

As bebidas lácteas foram elaboradas usando metodologia adaptada de Almeida, Bonassi e Roça (2001). A mistura de leite pasteurizado padronizado homogeneizado (3 % de gordura) com sacarose (5 % do volume total de bebida) foi submetida a tratamento térmico a 95 °C por 5 minutos, enquanto que a mistura de soro de queijo líquido (obtido da fabricação de queijo tipo Minas Frescal) com oligofrutose (Raftilose, Beneo P95[®], Orafiti, Oreye, Bélgica – Anexo C) foi aquecida a 65 °C durante 30 minutos. A temperatura das misturas foi diminuída até 40 °C. Em seguida, as bebidas foram elaboradas de acordo com o delineamento experimental proposto. A cultura láctica (ABT-4[®], Chr Hansen, Hønsholm, Dinamarca) composta por *Lactobacillus acidophilus* LA-5, *Bifidobacterium* BB-12 e *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* foi adicionada às bebidas lácteas, cuja fermentação ocorreu a 40 ± 1 °C. Após a fermentação, as bebidas foram resfriadas a 4 ± 1 °C, delicadamente batidas (quebra do coágulo) e armazenadas nesta temperatura até a realização das análises.

2.3 Avaliação das propriedades tecnológicas e microbiológicas

O tempo de fermentação (horas) das bebidas lácteas foi definido como o tempo necessário para alcançar pH em torno de 4,6. A acidez, expressa em % de ácido láctico (AOAC, 2005), foi determinada em duplicata. O índice de sinerese foi determinado de acordo com Modler e Kalab (1983) através da drenagem de 100 mL de cada amostra em uma malha de inox (100-mesh), acoplada em um funil, o qual foi introduzido em uma proveta para coleta do líquido. O índice de sinerese (determinado em duplicata) foi considerado como a quantidade de líquido (mL) por 100 mL de amostra após 2 horas de drenagem ($4 \pm 1^\circ\text{C}$).

Para a contagem de *L. acidophilus* LA-5 foi utilizado o meio ágar MRS (Merck, Darmstadt, Alemanha) modificado com a adição de 0,15 % (m/v) de Bile (MRS-Bile), enquanto na contagem de *Bifidobacterium* empregou-se ágar MRS modificado com adição de 0,2 % (m/v) de Cloreto de lítio e 0,3 % (m/v) de Propionato de sódio (MRS-LP) (VINDEROLA; REINHEIMER, 2000). As placas foram incubadas em jaras anaeróbicas contendo AnaeroGen[®] (Oxoid, Reino Unido) a $37 \pm 1^\circ\text{C}$ por 72 horas. Após esse período de incubação foi realizada a contagem de células viáveis probióticas (em duplicata), expressa em log de unidade formadora de colônia por mL (log UFC/mL).

2.4 Análise estatística

Os coeficientes de regressão para os termos linear, quadrático e a interação entre os termos foram determinados usando regressão linear múltipla. A significância de cada coeficiente de regressão foi julgada estatisticamente computando o valor *t* do erro puro obtido das replicatas no ponto central. A análise de variância (ANOVA) foi aplicada para validar o modelo. Os coeficientes de regressão foram utilizados para gerar superfícies de resposta. Todos os cálculos e gráficos foram feitos usando o *software* Statistica 6.0 (2001) (StatSoft Inc., Tulsa, OK, EUA) (5 % de significância).

3. Resultados

O efeito das combinações entre as variáveis proporção de soro e concentração de oligofrutose na elaboração das bebidas lácteas foi avaliado. As respostas obtidas dos 13 ensaios estão apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3: Avaliação das propriedades tecnológicas e microbiológicas das bebidas lácteas elaboradas segundo o delineamento experimental Composto Central (CCD).

Ensaio	Respostas*			
	Tempo de fermentação (h)	Acidez (% ácido láctico)	Índice de sinerese (mL)	Total probióticos (log UFC/mL)
1	4,50 ± 0,00	0,76 ± 0,00	39,00 ± 0,00	6,30 ± 0,00
2	4,70 ± 0,00	0,76 ± 0,01	48,50 ± 0,70	6,61 ± 0,00
3	4,80 ± 0,00	0,78 ± 0,00	39,00 ± 0,00	6,37 ± 0,00
4	4,50 ± 0,00	0,72 ± 0,00	45,50 ± 0,70	6,09 ± 0,00
5	4,50 ± 0,00	0,73 ± 0,00	37,50 ± 0,70	6,26 ± 0,00
6	5,10 ± 0,00	0,79 ± 0,01	48,00 ± 0,00	6,81 ± 0,00
7	4,70 ± 0,00	0,76 ± 0,00	41,50 ± 0,70	6,19 ± 0,00
8	4,50 ± 0,00	0,73 ± 0,00	44,00 ± 0,00	6,28 ± 0,00
9	4,50 ± 0,00	0,78 ± 0,00	43,00 ± 0,00	6,50 ± 0,00
10	5,20 ± 0,00	0,82 ± 0,00	41,50 ± 0,70	6,28 ± 0,00
11	4,80 ± 0,00	0,76 ± 0,00	41,00 ± 1,41	6,12 ± 0,00
12	4,80 ± 0,00	0,78 ± 0,00	39,50 ± 2,12	6,84 ± 0,00
13	4,50 ± 0,00	0,74 ± 0,00	43,00 ± 1,41	6,52 ± 0,00

* resultados expressos como média ± desvio padrão.

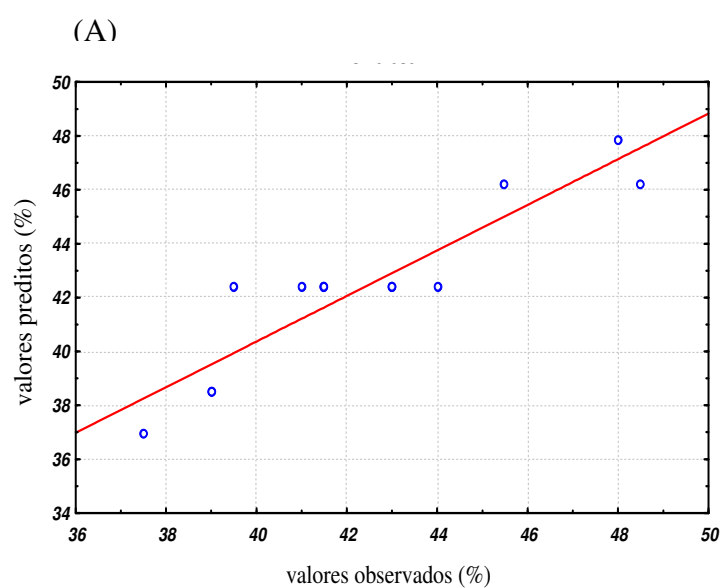
As variáveis proporção de soro e concentração de oligofrutose, nos níveis estudados, não apresentaram influência ($p > 0,05$) nas seguintes variáveis respostas: tempo de fermentação, acidez e contagem de células viáveis probióticas. Já o índice de sinerese foi influenciado ($p < 0,05$) pelas proporções de soro empregadas nas bebidas lácteas, sendo que foi observado somente o efeito linear desta variável (Tabela 4). No entanto, a concentração de oligofrutose, nos níveis avaliados, não influenciou o índice de sinerese ($p > 0,05$). A interação entre as variáveis também não foi significativa ($p > 0,05$). Os resultados mostram que quanto maior a proporção de soro empregada, nos níveis estudados, maior o índice de sinerese das bebidas lácteas fermentadas.

Tabela 4: Análise de variância dos valores de índice de sinerese de bebidas lácteas fermentadas.

Variáveis	Soma dos quadrados	gl	Quadrado médio	F	Valor p
(1) soro (L)*	118,9601	1	118,9601	58,11563	0,000124
Soro (Q)	2,8270	1	2,8270	1,38108	0,278337
(2) Oligofrutose (L)	0,0358	1	0,0358	0,01748	0,898533
Oligofrutose (Q)	2,8270	1	2,8270	1,38108	0,278337
(1) (L) / (2) (L)	2,2500	1	2,2500	1,09919	0,329287
Erro	14,3287	7	2,0470		
Total	140,5769	12			

L = efeito linear; Q = efeito quadrático; gl = graus de liberdade. *valores significativamente diferentes ($p < 0,05$).

Uma indicação gráfica da qualidade do modelo pode ser vista nas Figuras 1A e 1B. O gráfico valores preditos *versus* valores observados para o índice de sinerese mostra um comportamento linear com coeficiente de correlação de 0,95 (Fig. 1A). O gráfico dos resíduos *versus* valores observados (Fig. 1B) mostra que a suposição de aleatoriedade dos resíduos foi satisfeita.



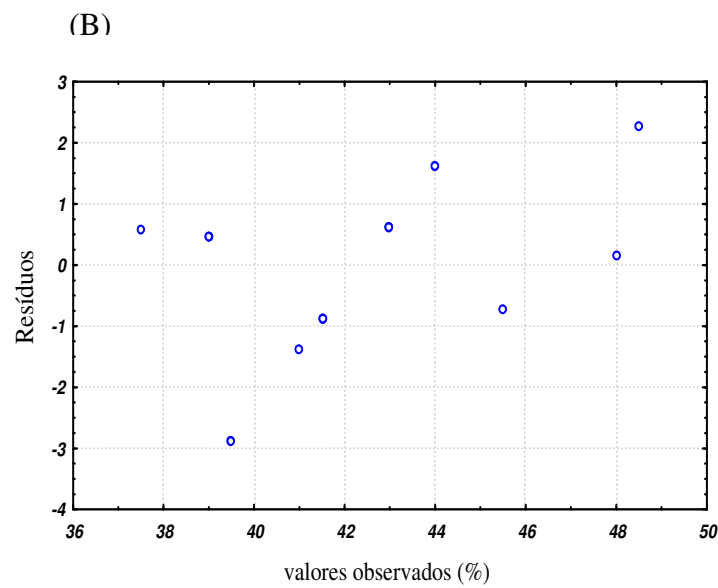


Figura 1 (A) Gráfico dos valores preditos *versus* observados para o índice de sinerese. (B) Gráfico dos resíduos *versus* valores observados para o índice de sinerese das bebidas lácteas fermentadas.

O modelo construído para o índice de sinerese está na Equação 1, e a Figura 2 mostra a superfície de resposta elaborada a partir deste modelo de regressão.

$$IS = 15,38941 + 0,77129 \cdot SO \quad (r = 0,92) \quad (1)$$

IS – índice de sinerese (mL); SO – proporção de soro (% v/v); r – coeficiente de correlação

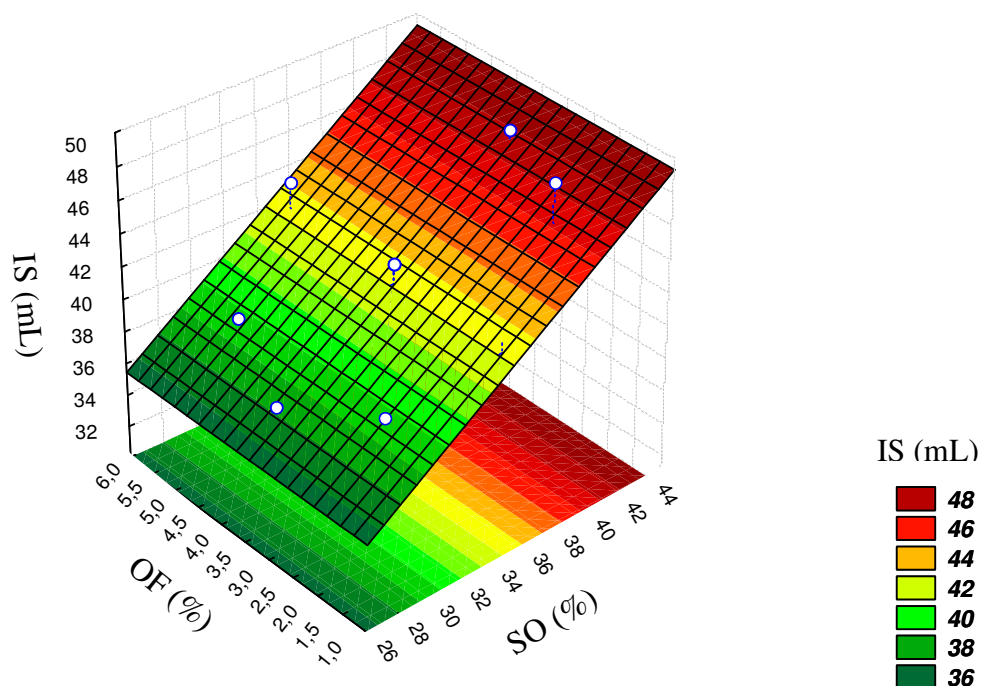


Figura 2: Análise de superfície de resposta do índice de sinerese (mL) de bebidas lácteas fermentadas em função da concentração de oligofrutose e proporção de soro (IS = índice de sinerese; OF = concentração de oligofrutose; SO = proporção de soro).

Esta superfície mostra que existe um aumento linear da sinerese em função da proporção de soro; então, os maiores índices de sinerese foram observados quando as maiores proporções de soro foram utilizadas nas bebidas lácteas.

4. Discussão

O tempo de fermentação observado para as bebidas lácteas adicionadas de probióticos e oligofrutose (Tabela 3) foi diferente dos resultados obtidos por Dave e Shah (1998), para leites fermentados com *S. thermophilus*, *L. acidophilus* e *Bifidobacterium* BB-12, cuja variação foi de 7,5 a 9 horas. Porém, estes resultados foram similares aos obtidos por Thamer e Penna (2006) e Almeida, Bonassi e Roça (2001) cujos tempos de fermentação ficaram entre 3 e 4,25 horas, para bebidas lácteas adicionadas de probióticos e prebióticos (1 a 3 %); e 4 e 4,5 horas, para bebidas lácteas

fermentadas, contendo 30 a 50 % de soro em substituição ao leite, respectivamente. O mesmo foi verificado por Fuchs et al. (2006) em iogurtes, contendo *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus bulgaricus*, *L. casei* e prebióticos (1 % de inulina e 5 % de oligofrutose), nos quais o tempo de fermentação médio foi de 6 horas.

Penna, Baruffaldi e Oliveira (1997) afirmam que fatores como a temperatura e a cultura lática empregada poderiam ser responsáveis pela variação no tempo de fermentação. Segundo Thamer e Penna (2005) as culturas probióticas crescem lentamente no leite produzindo pouco ácido e resultando em um tempo de fermentação prolongado. Estes autores relatam que o emprego de *Streptococcus thermophilus* aumentaria a taxa de crescimento de probióticos, reduzindo o tempo de fermentação. Já Dave e Shah (1998) indicam que o tempo de fermentação seria influenciado pela composição do leite fermentado. Desta forma, todos estes fatores podem ser responsáveis pelo menor tempo de fermentação obtido neste trabalho, sendo assim uma vantagem para a indústria láctea, desde que mantidas as características e a qualidade do produto.

Os valores de acidez das diferentes formulações de bebidas lácteas (Tabela 3) foram menores do que os encontrados por Fuchs et al. (2006) (1,15 %) e Akalin et al. (2007) (entre 1,21 e 1,33 %), para iogurtes probióticos suplementados com prebióticos. Segundo Thamer e Penna (2006), a acidez está relacionada com o tipo de sólido adicionado, lácteo ou não, e com a atividade da cultura responsável pela fermentação. O comportamento da acidez das bebidas foi semelhante ao obtido por Zhu (2004) e Drgalic, Tratnik e Bozanic (2005) que verificaram a estabilidade desta em iogurtes com 4 % de oligofrutose, e bebida láctea fermentada produzida com soro de queijo reconstituído e adicionada de prebiótico (inulina), respectivamente.

A influência da crescente proporção de soro empregada no aumento do índice de sinerese foi também observada por González-Martínez et al. (2002) em iogurtes e por Penna, Gurram e Barbosa-Cánovas (2006) em iogurtes probióticos. Estes autores afirmam que o aumento da proporção de soro em produtos batidos contribui para a formação de géis ácidos com uma estrutura aberta, devido à redução nas interações intermoleculares e, portanto, mais susceptíveis à sinerese. No entanto, assim como o verificado por Aryana e McGrew (2007) e Aryana et al. (2007), em iogurtes probióticos

adicionados de oligofrutose P-95 (1,5 %), neste trabalho o índice de sinerese não foi influenciado pela oligofrutose nas concentrações empregadas.

Apesar de não ter sido observada influência da proporção de soro e concentração de oligofrutose utilizadas na contagem das bactérias probióticas avaliadas, todas as bebidas lácteas são consideradas probióticas (Tabela 3), pois de acordo com Gomes e Malcata (1999) e Boylston et al. (2004) bio-produtos fermentados devem conter um número mínimo satisfatório de células viáveis de pelo menos 6 log UFC/mL, devido a dose mínima terapêutica diária recomendada estar em torno de 8 a 9 log de células viáveis por 100 g do produto.

Resultados obtidos por alguns autores são divergentes quanto à viabilidade de probióticos na presença de soro e/ou prebióticos. Comportamentos similares aos determinados nas bebidas elaboradas foram observados por Castro et al. (2002) e Fuchs et al. (2006) que empregaram concentrações de 1 a 3 % de oligofrutose e 1 % de inulina e 5 % de oligofrutose em iogurtes, respectivamente. O mesmo foi verificado por Thamer e Penna (2005) e Drgalic, Tratnik e Bozanic (2005), utilizando 1 a 3 % de oligofrutose e 1 % de inulina, respectivamente, e soro em bebidas lácteas fermentadas probióticas. Já Capela, Hay, e Shah (2006), Aryana e McGrew (2007), Aryana et al. (2007) e Akalin, Fenderya e Akbulut (2004) obtiveram melhora na viabilidade de bactérias probióticas em iogurtes contendo oligofrutose.

Segundo Donkor et al. (2007) esta discrepância pode ser atribuída a uma resposta cepa-dependente dos probióticos aos prebióticos. Huebner, Wehling e Hutkins (2007) compararam a extensão em que diferentes prebióticos comerciais estimulam o crescimento seletivo de *Lactobacillus* e *Bifidobacterium* e também concluíram que a fermentação dos prebióticos é dependente da cepa bacteriana, mais do que baseada nas espécies ou gênero. Além disso, prebióticos podem exercer um efeito protetor às bactérias probióticas selecionadas melhorando sua sobrevivência e atividade durante a estocagem do produto bem como na passagem através da parte superior do trato gastrointestinal (DONKOR et al., 2007).

Em conclusão, a oligofrutose, nas concentrações avaliadas, não apresentou influência significativa nas variáveis respostas, enquanto que a proporção de soro

influenciou somente o índice de sinerese das bebidas lácteas. Então, sugere-se que o uso de soro líquido na produção de bebidas lácteas fermentadas probióticas pode melhorar seu aproveitamento e consumo na nutrição humana. A concentração de oligofrutose utilizada aliada à população de probióticos (6 log UFC/mL) são suficientes para conferir propriedades funcionais às bebidas lácteas fermentadas. No entanto, avaliações de combinações específicas de pro e prebióticos ainda são necessárias visando verificar a viabilidade destes *in vivo*, bem como durante o armazenamento das bebidas lácteas.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e à Pró-Reitoria de Pesquisa/Fundo de Incentivo à Pesquisa da Universidade Federal de Santa Catarina (PRPe/FUNPESQUISA/UFSC) pelo apoio financeiro, e também à Chr. Hansen e Clariant pela doação da cultura láctica e oligofrutose, respectivamente.

Referências bibliográficas

ACHANTA, K.; ARYANA, K.J.; BOENEKE, C.A. Fat free plain set yogurts fortified with various minerals. **LWT - Food Science and Technology**, v. 40, n. 3, p. 424–429, 2007.

AKALIN, A.S.; FENDERYA, S.; AKBULUT, N. Viability and activity of bifidobacteria in yoghurt containing fructooligosaccharide during refrigerated storage. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 39, p. 613–621, 2004.

AKALIN, A.S.; TOKUSOGLU, O.; GÖNÇ, S.; AYCAN, S. Occurrence of conjugated linoleic acid in probiotic yoghurts supplemented with fructooligosaccharide. **International Dairy Journal**, v.17, p. 1089–1095, 2007.

ALMEIDA, K.E. de; BONASSI, I.A.; ROÇA, R. de O. Características físicas e químicas de bebidas lácteas fermentadas e preparadas com soro de queijo Minas frescal. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 21, n. 2, p.187-192, 2001.

ALMEIDA, K.E.; TAMIME, A.Y.; OLIVEIRA, M.N. Acidification rates of probiotic bacteria in Minas frescal cheese whey. **LWT - Food Science and Technology** (2007), doi:10.1016/j.lwt.2007.02.021.

- AMATAYAKUL, T.; SHERKAT, F.; SHAH, N.P. Physical characteristics of set yoghurt made with altered casein to whey protein ratios and EPS-producing starter cultures at 9 and 14% total solids. **Food Hydrocolloids**, v.20, p.314-324, 2006.
- ARYANA, K.J.; MCGREW, P. Quality attributes of yogurt with *Lactobacillus casei* and various prebiotics. **LWT - Food Science and Technology**, v. 40, n. 10, p. 1808-14, 2007.
- ARYANA, K.J.; PLAUCHE, S.; RAO, R.M.; MCGREW, P.; SHAH, N.P. Fat-free plain yogurt manufactured with inulins of various chain lengths and *Lactobacillus acidophilus*. **Journal of Food Science**, v. 72, n. 3, p.79-84, 2007.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis of the association analytical chemists**. 18th. Edition. Maryland, USA, 2005.
- BOYLSTON, T.D.; VINDEROLA, C.G.; GHODDUSI, H.B.; REINHEIMER, J.A. Incorporation of bifidobacteria into cheeses: challenges and rewards. **International Dairy Journal**, v.14, p. 375–387, 2004.
- CAPELA, P.; HAY, T. K. C.; SHAH, N. P. Effect of cryoprotectants, prebiotics and microencapsulation on survival of probiotic organisms in yogurt and freeze-dried yogurt. **Food Research International**, v. 39, n. 2, p. 203–211, 2006.
- CASTRO, L.P.; PINHEIRO, M.V.S.; HOFFMANN, F.L.; PENNA, A.L.B. Influência da oligofrutose no desenvolvimento de culturas lácticas probióticas do iogurte. In: XVIII Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos. **Anais do XVIII Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, p. 2.773-2.776, 2002.
- COUSSEMENT, P.A.A. Inulin and oligofructose: safe intakes and legal status. **The Journal of Nutrition**, v.129, p.1412-1417, 1999.
- DAVE, R. I.; SHAH, N. P. Ingredient supplementation effects on viability of probiotic bacteria in yogurt. **Journal of Dairy Science**, v. 81, p. 2804–2816, 1998.
- DONKOR, O.N.; NILMINI, S.L.I.; STOLIC, P.; VASILJEVIC, T.; SHAH, N.P. Survival and activity of selected probiotic organisms in set-type yoghurt during cold storage. **International Dairy Journal**, v.17, p. 657–665, 2007.
- DRGALIC, I.; TRATNIK, L.; BOZANIC, R. Growth and survival of probiotic bacteria in reconstituted whey. **Le Lait: Dairy Science and Technology**, v.85, p. 171–179, 2005.
- FUCHS, R.H.B.; BORSATO, D.; BONA, E.; HAULY, M.C.O. “Iogurte” de soja suplementado com oligofrutose e inulina. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.25, n.1, p.175-181, 2005.
- FUCHS, R.H.B.; TANAMATI, A.A.C.; ANTONIOLI, C.M.; GASPARELLO, E.A.; DONEDA, I. Utilização de *Lactobacillus casei* e cultura iniciadora na obtenção de

iogurte suplementado com inulina e oligofrutose. **Boletim CEPPA**, v. 24, n. 1, p. 83-98, 2006.

FULLER, R. Probiotics in man and animals. **Journal of Applied Bacteriology**, v.66, n.5, p.365-378, 1989.

GALLARDO-ESCAMILLA, F.J.; KELLY, A.L.; DELAHUNTY, C.M. Mouthfeel and flavour of fermented whey with added hydrocolloids. **International Dairy Journal**, v.17, n.4, p. 308-315, 2007.

GIBSON, G.R.; ROBERFROID, M.B. Dietary modulation of the human colonic microbiota: introducing the concept of prebiotics. **The Journal of Nutrition**, v.125, n.6, p.1401-1412, 1995.

GOMES, A.M.P.; MALCATA, F.X. *Bifidobacterium* spp. and *Lactobacillus acidophilus*: biochemical, technological and therapeutical properties relevant for use as probiotics. **Trends in Food Science and Technology**, v.10, n. 4/5, p.139-157, 1999.

GONZÁLEZ-MARTÍNEZ, C.; BECERRA, M.; CHÁFER, M.; ALBORS, A.; CAROT, J.M.; CHIRALT, A. Influence of substituting milk powder for whey powder on yoghurt quality. **Trends in Food Science & Technology**, v. 13, p. 334–340, 2002.

HA, E.; ZEMEL, M.B. Functional properties of whey, whey components, and essential amino acids: mechanisms underlying health benefits for active people. **Journal of Nutritional Biochemistry**, v.14, p.251-258, 2003.

HEENAN, C.N.; ADAMS, M.C.; HOSKEN, R.W.; FLEET, G.H. Survival and sensory acceptability of probiotic microorganisms in a nonfermented frozen vegetarian dessert. **LWT - Food Science and Technology**, v. 37, p. 461–466, 2004.

HUEBNER, J.; WEHLING, R.L.; HUTKINS, R.W. Functional activity of commercial prebiotics. **International Dairy Journal**, v. 17, p. 770–775, 2007.

IGLÉCIO, C. Iogurtes e Bebidas Lácteas. **Alimentos & Tecnologia**, v. 57, n. 9, p.20-25, 1995.

ISOLAURI, E. The role of probiotics in paediatrics. **Current Paediatrics**, v. 14, n.2, p. 104–109, 2004.

KAILASAPATHY, K. Survival of free and encapsulated probiotic bacteria and their effect on the sensory properties of yoghurt. **LWT- Food Science and Technology**, v.39, n.10, p.1221-1227, 2006.

LOSADA, M.A.; OLLEROS, T. Towards a healthier diet for the colon: the influence of fructooligosaccharides and lactobacilli on intestinal health. **Nutrition Research**, v. 22, p. 71–84, 2002.

LUCEY, J.A. The relationship between rheological parameters and whey separation in milk gels. **Food Hydrocolloids**, v.15, p.603-608, 2001.

- LUCEY, J.A.; SINGH, H. Formation and physical properties of acid milk gels: a review. **Food Research International**, v.30, n.7, p. 529-542, 1998.
- MODLER, H.W.; KALAB, M. Microestrutura de yogurt estabilizado com proteínas. **Journal of Dairy Science**, v.66, p.430-437, 1983.
- PENNA, A.L.B.; GURRAM, S.; BARBOSA-CÁNOVAS, G.V. Effect of high hydrostatic pressure processing on rheological and textural properties of probiotic low-fat yogurt fermented by different starter cultures. **Journal of Food Process Engineering**, v.29, p. 447-461, 2006.
- PENNA, A.L.B.; SIVIERI, K.; OLIVEIRA, M.N. Relation between quality and rheological properties of lactic beverages. **Journal of Food Engineering**, v.49, p.7-13, 2001.
- PENNA, A.L.B.; BARUFFALDI, R.; OLIVEIRA, M.N. Optimization of yoghurt production using demineralized whey. **Journal of Food Science**, v.62, p.846-850, 1997.
- RAO, V.A. The prebiotic properties of oligofructose at low intake levels. **Nutrition Research**, v.21, p.843-848, 2001.
- RYCROFT, C.E.; JONES, M.R.; GIBSON, G.R.; RASTALL, R.A. A comparative *in vitro* evaluation of the fermentation properties of prebiotic oligosaccharides. **Journal of Applied Microbiology**, v.91, p.878-887, 2001.
- SAAD, S.M.I. Probióticos e prebióticos: o estado da arte. **Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences**, v. 42, n. 1, p. 1-16, 2006.
- SANGEETHA, P.T.; RAMESH, M.N.; PRAPULLA, S.G. Recent trends in the microbial production, analysis and application of fructooligosaccharides. **Trends in Food Science & Technology**, v. 16, p. 442-457, 2005.
- SILVA, M.R. da.; FERREIRA, C.L.L.F.; COSTA, N.M.B.; MAGALHÃES, J. Elaboração e avaliação de uma bebida láctea fermentada à base de soro de leite fortificada com ferro. In: XVIII Congresso Nacional de Laticínios. 2001. Juiz de Fora. **Anais do XVIII Congresso Nacional de Laticínios**. Juiz de Fora: Templo, 2001. p.7-14.
- TALWALKAR, A.; KAILASAPATHY, K. A review of oxygen toxicity in probiotic yogurts: Influence on the survival of probiotic bacteria and protective techniques. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, 3, 117-124, 2004.
- TEÓFILO, R.F.; FERREIRA, M.M.C. Quimiometria II: planilhas eletrônicas para cálculos de planejamentos experimentais, um tutorial. **Química Nova**, v.29, n.2, p.338-350, 2006.
- THAMER, K.G.; PENNA, A.L.B. Caracterização de bebidas lácteas funcionais fermentadas por probióticos e acrescidas de prebiótico. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, n. 3, p. 589-595, 2006.

THAMER, K.G.; PENNA, A.L.B. Efeito do teor de soro, açúcar e de frutooligossacarídeos sobre a população de bactérias lácticas probióticas em bebidas fermentadas. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v.41, n.3, p.393-400, 2005.

VINDEROLA, C.G.; BAILO, N.; REINHEIMER, J.A. Survival of probiotic microflora in Argentinian yoghurts during refrigerated storage. **Food Research International**, v. 33, n. 2, p. 97-102, 2000.

VINDEROLA, C.G.; PROSELLO, W.; GHIBERTO, D.; REINHEIMER, J.A. Viability of probiotic (*Bifidobacterium*, *Lactobacillus acidophilus* and *Lactobacillus casei*) and non probiotic microflora in Argentinian fresco cheese. **Journal Dairy Science**, v. 83, n. 9, p. 1905-1911, 2000.

VINDEROLA, C.G.; REINHEIMER, J.A. Enumeration of *Lactobacillus casei* in the presence of *L. acidophilus*, bifidobacteria and lactic starter bacteria in fermented dairy products. **International Dairy Journal**, v.10, p.271-275, 2000.

ZHU, J. Changes of pH value, acidity and lactic acid bacteria in yogurt with fructooligosaccharide during storage. **Shipin Gongye Keji**, v. 25, n.2, p. 70–71, 2004.

CAPÍTULO 3

Efeito da incorporação de oligofrutose nas propriedades de bebidas lácteas fermentadas probióticas.

Efeito da incorporação de oligofrutose nas propriedades de bebidas lácteas fermentadas probióticas

Effect of oligofructose incorporation on the properties of fermented probiotic lactic beverages

Fabiane Picinin de Castro^a, Thiago Meurer Cunha^a, Pedro Luiz Manique Barreto^a,
Renata Dias de Mello Castanho Amboni^a, Elane Schwinden Prudêncio^{a,*}

^a Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Centro de Ciências Agrárias,
Universidade Federal de Santa Catarina, Rod. Admar Gonzaga, 1346, Itacorubi, 88034-
001, Florianópolis, SC, Brasil.

Resumo

O efeito da incorporação de oligofrutose (2 e 5 %) nas propriedades microbiológicas e físico-químicas, no comportamento de fluxo, no perfil de textura instrumental e nas características sensoriais de bebidas lácteas fermentadas probióticas foi avaliado. Todas as bebidas lácteas foram consideradas probióticas, pois apresentaram contagens de *Lactobacillus acidophilus* LA-5 e *Bifidobacterium* BB-12 iguais a 10^6 UFC/mL. A adição do prebiótico resultou em bebidas com maiores conteúdos de sólidos totais e carboidratos totais ($p < 0,05$), não alterando os demais parâmetros físico-químicos, inclusive os atributos de cor ($p > 0,05$). Quanto às propriedades de fluxo, todas as bebidas apresentaram comportamento não-Newtoniano, com características pseudoplásticas e presença de tixotropia, sendo esta menos acentuada nas bebidas adicionadas de oligofrutose. Nestas bebidas também foi observada uma redução na viscosidade aparente (η), índice de consistência (K) e energia de ativação (Ea) e aumento do índice de comportamento de fluxo (n) e do fator de frequência (A). A utilização de oligofrutose na concentração de 5 % contribuiu para a obtenção de uma bebida láctea com maior firmeza e gomosidade ($p < 0,05$), no entanto não foi observada influência sobre a adesividade ($p > 0,05$). As bebidas com 2 e 5 % de oligofrutose foram preferidas sensorialmente em relação ao controle ($p < 0,05$),

apresentando também boa aceitabilidade global, com médias acima de 7 (gostei moderadamente). Quanto à intenção de compra, a maioria dos julgadores compraria as bebidas adicionadas de oligofrutose.

Palavras-chave: bebida láctea, probióticos, oligofrutose, reologia, textura, análise sensorial.

Abstract

The effect of oligofructose incorporation (2 and 5 %) on the microbiological and physico-chemical properties, flow behavior, instrumental texture profile and on the sensory characteristics of the fermented probiotic lactic beverages was evaluated. All lactic beverages were considered probiotics, since presented counts of *Lactobacillus acidophilus* LA-5 and *Bifidobacterium* BB-12 equal to 10^6 CFU/mL. The addition of prebiotic resulted in lactic beverages with higher total solids and total carbohydrates contents ($p < 0.05$), not changing the other physico-chemical parameters, including the attributes of color ($p > 0.05$). As for the flow properties, all beverages presented non-Newtonian behavior, with shear thinning characteristics and presence of thixotropy, which is less pronounced in beverages added to oligofructose. In this beverages it was also observed a decrease in the apparent viscosity (η), the consistency index (K) and activation energy (Ea) and an increase in the flow index (n) and the frequency factor (A). The utilization of oligofructose in the concentration of 5 % contributed to the achievement of a lactic beverage with higher firmness and gumminess ($p < 0.05$), however it was not observed influence on the adhesiveness ($p > 0.05$). The beverages with 2 and 5% of oligofructose were sensory preferred in relation to the control ($p < 0.05$), also showing good overall acceptability, with averages above 7 (like moderately). As to the purchase intention, most judges would buy the beverages supplemented with oligofructose.

Keywords: lactic beverage, probiotic, oligofructose, rheology, texture, sensory analysis.

1. Introdução

Na última década, a indústria láctea tem se renovado através da busca por produtos caracterizados não somente pelo seu elevado valor nutricional e sabor agradável, mas também pela sua habilidade em exercer efeitos positivos à saúde do consumidor (CASIRAGHI et al., 2007). Neste contexto, a inulina, a oligofrutose e outros ingredientes relacionados têm recebido considerável atenção devido principalmente ao efeito prebiótico (HUEBNER; WEHLING; HUTKINS, 2007), isto é, ao estímulo seletivo do crescimento e/ou atividade de uma ou um limitado número de bactérias no cólon (GIBSON; ROBERFROID, 1995). Entre as bactérias intestinais que são estimuladas pelos prebióticos estão vários lactobacilos e bifidobactérias (ISOLAURI, 2004; CARDARELLI et al., 2007), entre os quais alguns são considerados probióticos. Probióticos são microrganismos vivos que, quando consumidos regularmente, melhoram o balanço da microbiota intestinal e as defesas contra patógenos (FULLER, 1989).

A oligofrutose é um oligossacarídeo linear não-digerível composto por unidades de frutose ligadas entre si por ligações β -(2-1), com uma unidade de glicose terminal, obtida a partir da hidrólise enzimática parcial da inulina (ROBERFROID, 2002). Com grau de polimerização ≤ 10 (NINESS, 1999), apresenta poder adoçante (30 – 35 %) e valor calórico (1,5 kcal/g) menores do que a sacarose (PHILLIPS; WILLIAMS, 2000; WADA et al., 2005). A adição de prebióticos, como a oligofrutose, pode ter benefícios funcionais para os probióticos, e consequentemente para os consumidores, porém esta prática pode alterar as propriedades do produto, modificando também sua percepção sensorial (LATORRE; TAMIME; MUIR, 2003; APORTELA-PALACIOS; SOSA-MORALES; VÉLEZ-RUIZ, 2005).

Os produtos lácteos, como a bebida láctea, têm sido empregados como os mais importantes veículos para incorporação de probióticos e prebióticos, os quais, quando utilizados juntos, resultam em um alimento simbiótico. Bebidas lácteas são produtos do mercado lácteo brasileiro, ainda sem uma caracterização precisa, preparadas com leite, soro e outros ingredientes. O soro utilizado na sua elaboração é um produto secundário da produção de queijo (PENNA; SIVIERI; OLIVEIRA, 2001). Desta forma, a produção de bebidas lácteas fermentadas com bactérias probióticas e prebiótico pode ser uma

alternativa inovadora para a utilização do soro pelas indústrias lácteas, sem a necessidade de grandes investimentos, reduzindo o desperdício, a poluição ambiental e também contribuindo para a diversificação destes produtos (THAMER; PENNA, 2006).

Uma variedade de produtos lácteos tem sido formulada com a adição de fibras e/ou materiais não-tradicionais, como gelatina (FISZMAN; LLUCH; SALVADOR, 1999), pectina (RAMASWAMY; BASAK, 1992), k-carragena (XU et al., 1992), fibras de aveia, arroz, soja e milho (FERNÁNDEZ-GARCÍA; MCGREGOR, 1997), fibras de cevada (GEE, VASANTHAN, TEMELLI, 2007), fibras de maçã e trigo (DELLO STAFOLLO et al., 2004), amido resistente (DONKOR et al., 2007) e inulina (EL-NAGAR et al., 2002; DELLO STAFOLLO et al., 2004; GUVEN et al., 2005; DONKOR et al., 2007). Entretanto, existe pouca informação disponível referindo-se aos efeitos produzidos pela adição de oligofrutose nas características físico-químicas e sensoriais de diferentes tipos de alimentos. Desta forma, o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da incorporação de oligofrutose nas propriedades de um produto lácteo diferenciado, a bebida láctea fermentada probiótica.

2. Material e métodos

2.1 Material

Leite pasteurizado comercial (3 % de gordura), soro de queijo obtido da elaboração de queijo tipo Minas frescal, cultura láctica termofílica (ABT-4[®], Chr. Hansen, Hónsholm, Dinamarca) composta por *Lactobacillus acidophilus* LA-5, *Bifidobacterium* BB-12 e *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus*, sacarose e oligofrutose (Raftilose P95-Beneo[®], Orafti, Oreye, Bélgica) foram utilizados. Todos os reagentes empregados foram de grau analítico.

2.2 Obtenção do soro de queijo

O soro de queijo foi obtido da coagulação enzimática do leite, através da adição de coalho (0,9 mL/L de leite) (Chr. Hansen[®], Valinhos, SP, Brasil) e de uma solução de Cloreto de Cálcio 40 % (0,4 mL/L de leite) e posterior incubação a 37 °C por 40

minutos. O soro foi coletado após a quebra e dessoramento da coalhada (FURTADO; NETO, 1994).

2.3 Elaboração das bebidas lácteas

Foram elaboradas três bebidas lácteas: Controle – sem adição de oligofrutose; amostra A – com 2 % (m/v) de oligofrutose e amostra B – com 5 % (m/v) de oligofrutose, de acordo com metodologia de Almeida, Bonassi e Roça (2001), com modificações. O leite (70 %, v/v) com sacarose (5 % m/v) foi submetido a tratamento térmico a 95 °C por 5 minutos, enquanto o soro de queijo (30 %, v/v) com oligofrutose foi aquecido a 65 °C por 30 minutos. À temperatura de 40 °C, foi realizada a mistura de todos os ingredientes, a adição da cultura láctica e incubação (40 ± 1 °C) até pH 4,6. Após a fermentação, as bebidas lácteas foram resfriadas a 4 ± 1 °C, levemente batidas e armazenadas nesta temperatura até a realização das análises.

2.4 Propriedades microbiológicas

As bebidas lácteas foram avaliadas quanto à viabilidade de bactérias probióticas totais. Para determinação de *L. acidophilus* LA-5, foi utilizado ágar MRS (Merck, Darmstadt, Alemanha) modificado com a adição de 0,15% (m/v) de bile (MRS-bile); enquanto na contagem de *Bifidobacterium*, ágar MRS modificado com a adição de 0,2% (m/v) de Cloreto de Lítio e 0,3% (m/v) de Propionato de Sódio (MRS-LP) (VINDEROLA; REINHEIMER, 2000). As placas foram incubadas em jaras anaeróbicas contendo AnaeroGen® (Oxoid, Reino Unido) a 37 ± 1 °C por 72 horas. Após esse período de incubação, foi realizada a contagem de células viáveis probióticas, expressa como unidade formadora de colônia por mL (UFC/mL). Antes da análise sensorial, foi realizada a contagem de coliformes a 35° e 45 °C (APHA, 2001), a fim de garantir a segurança microbiológica das bebidas. Todas as análises foram realizadas em triplicata.

2.5 Propriedades físico-químicas

As bebidas lácteas foram analisadas quanto à acidez (% ácido láctico), umidade (% m/m), sólidos totais (% m/m), proteínas (% m/m), lipídios (% m/m), cinzas (% m/m)

e carboidratos totais (% m/m) obtidos por diferença (AOAC, 2005). Todas as análises foram realizadas em triplicata.

Os parâmetros de cor L^* (luminosidade), a^* (componente vermelho – verde) e b^* (componente amarelo – azul) das bebidas lácteas foram determinados usando um colorímetro Minolta Chroma Meter CR-400 (Konica Minolta, Japão). Uma cerâmica branca padrão foi usada como branco. Foram realizadas cinco medidas para cada amostra, a 4 ± 1 °C.

2.6 Propriedades de fluxo

As medidas foram realizadas em um reômetro rotacional Brookfield (*Brookfield Engineering Laboratories*, modelo DVIII Ultra, Stoughton, MA, EUA), com cilindros concêntricos (*spindle* SC4-21) à temperatura controlada de $4 \pm 0,1$ °C, através de um banho de água circulante (TECNAL modelo TE-184, SP, Brasil). A obtenção dos dados foi feita no *software* Rheocalc[®] 32 (versão 2.5, *Brookfield Engineering Laboratories*, Inc., Middleboro MA 02346 EUA). As curvas de fluxo foram geradas medindo a tensão de cisalhamento em função da taxa de deformação (9,30 a 190,65 s⁻¹). O comportamento de fluxo foi descrito pelo modelo Lei da Potência ($\sigma = K\gamma^n$) onde σ é a tensão de cisalhamento (Pa), γ é a taxa de deformação (s⁻¹), enquanto K e n são o índice de consistência (Pa.sⁿ) e o índice de comportamento de fluxo, respectivamente. Valores de viscosidade nas curvas ascendentes viscosidade/taxa de deformação a uma taxa de 50 s⁻¹ foram considerados como a viscosidade aparente das amostras de bebida láctea, pois Bourne (2002) afirma que este valor pode representar a viscosidade aproximada percebida no palato. O comportamento tixotrópico das amostras foi avaliado calculando a área de histerese entre as curvas de fluxo ascendente e descendente. Os valores da energia de ativação (E_a) e fator de frequência (A) foram determinados pelo modelo de Arrhenius, também à taxa de deformação de 50 s⁻¹. Para determinação da tixotropia e energia de ativação, as medidas foram realizadas à temperatura controlada de $2 \pm 0,1$ °C; $4 \pm 0,1$ °C; $6 \pm 0,1$ °C e $8 \pm 0,1$ °C, também através do banho de água circulante. Todas as análises foram realizadas em triplicata.

2.7 Análise Instrumental do Perfil de Textura (TPA)

As propriedades de textura das bebidas lácteas foram medidas empregando um texturômetro TA-XT2 (*Stable Micro System, Texture Expert, Surrey, Reino Unido*). Foi utilizado um *probe* cilíndrico de acrílico de 25 mm de diâmetro (P25/L), sendo que as análises foram realizadas em uma cápsula de alumínio de 50 mL com a amostra a 4 ± 1 °C. A velocidade do teste, tempo e distância foram 2,0 mm. s⁻¹, 5,0 segundos e 5,0 mm, respectivamente. Os parâmetros firmeza, gomosidade e adesividade foram obtidos através do *software Texture Expert for Windows (Stable Micro Systems)*. Todas as medidas foram realizadas com oito repetições.

2.8 Avaliação sensorial

Antes da avaliação sensorial, foi providenciado o parecer de aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da UFSC (Anexo D). A avaliação sensorial foi realizada de acordo com Meilgaard, Civille e Carr (1999), 72 horas após a elaboração das bebidas. Os testes sensoriais foram realizados no laboratório e conduzidos em duas etapas.

Inicialmente, foi empregado o teste de ordenação preferência (Anexo E), com um grupo de 36 julgadores não treinados, seguindo-se o delineamento experimental de blocos completos balanceados. Foi solicitado aos julgadores que indicassem qual atributo apreciaram mais ou não apreciaram nas amostras. Em uma segunda etapa, as amostras preferidas foram submetidas ao teste de aceitabilidade global (Anexo F), com 50 julgadores não treinados e consumidores habituais deste produto, através de uma escala hedônica mista estruturada de 9 pontos (1 – desgostei muitíssimo, 9 – gostei muitíssimo). Além disso, foi avaliada a intenção de compra do produto através de uma escala de 5 pontos (1 – certamente não compraria; 5 – certamente compraria) de acordo com Stone e Sidel (1985). Nessa última etapa, as amostras foram apresentadas monadicamente.

Em ambos os testes sensoriais, as amostras foram codificadas e apresentadas aos julgadores, em copos plásticos (50 mL), a 4 ± 1 °C. Foi oferecida água aos julgadores para limpeza do palato entre uma amostra e outra. Após a avaliação sensorial, foi

distribuído um informativo aos julgadores sobre as principais diferenças entre iogurte e bebida láctea e probióticos e prebióticos (Anexo G).

2.9 *Análise estatística*

A análise dos dados foi feita no *software* Statistica 6.0 (Statsoft 1984-2001, Tulsa OK 74104 EUA). Foi utilizada a análise de variância (ANOVA) *one-way* a fim de encontrar diferenças entre as médias, com um nível de significância de 5 %. Quando foram encontradas diferenças significativas entre os tratamentos, as médias foram comparadas através do teste de Tukey. Os dados sensoriais do teste de ordenação preferência foram analisados pelo teste de Friedman (tabela de Newell e MacFarlane), conforme Meilgaard, Civille e Carr (1999). Os dados da TPA foram também analisados pela análise de Componentes Principais (ACP).

3. Resultados e Discussão

3.1 *Propriedades microbiológicas*

Os resultados da contagem de coliformes indicaram ausência destes nas amostras de bebida láctea, garantindo então a segurança microbiológica dos produtos. Quanto à viabilidade de bactérias probióticas, todas as bebidas lácteas foram consideradas probióticas, já que apresentaram contagem de bactérias probióticas totais igual a 10^6 UFC/mL, pois de acordo com Gomes e Malcata (1999), Boylston et al. (2004) e Shah (2007), bactérias probióticas devem permanecer viáveis e em concentração de no mínimo 10^6 UFC/g ou mL do produto.

3.2 *Propriedades físico-químicas*

Os valores médios para as propriedades físico-químicas das bebidas lácteas estão apresentados na Tabela 1. Não houve diferença significativa ($p > 0,05$) nos valores de acidez, proteínas, lipídios e cinzas entre as amostras. Como esperado, sólidos totais e carboidratos totais das bebidas lácteas contendo oligofrutose foram maiores ($p < 0,05$) do que na bebida controle, concordando com os resultados observados por Akalin et al. (2007) em iogurtes probióticos suplementados com frutooligossacarídeo. A adição de

oligofrutose também não modificou os valores de L^* , a^* e b^* , concordando com o comportamento verificado por Dello Staffolo et al. (2004) e Aryana e McGrew (2007) em iogurtes probióticos adicionados de inulina e oligofrutose, respectivamente. De acordo com esses autores, um fator que influencia a cor do produto é a coloração dos ingredientes utilizados. Já que o tratamento empregado nas bebidas lácteas foi o prebiótico (oligofrutose) em diferentes concentrações, o qual apresentava cor branca, não houve diferença ($p > 0,05$) entre as amostras quanto a esses atributos.

Tabela 1: Caracterização físico-química média das bebidas lácteas Controle, A (2 % oligofrutose) e B (5 % oligofrutose).

	Amostras		
	Controle	A	B
Acidez (% ácido láctico)	$0,78^a \pm 0,00$	$0,78^a \pm 0,00$	$0,78^a \pm 0,00$
Umidade (% m/m)	$85,10^a \pm 0,00$	$82,80^b \pm 0,30$	$80,23^c \pm 0,06$
Sólidos totais (% m/m)	$14,90^a \pm 0,00$	$17,20^b \pm 0,30$	$19,77^c \pm 0,06$
Proteínas (% m/m)	$2,70^a \pm 0,10$	$2,63^a \pm 0,11$	$2,70^a \pm 0,00$
Lipídios (% m/m)	$2,13^a \pm 0,06$	$2,20^a \pm 0,00$	$2,20^a \pm 0,10$
Carboidratos totais (% m/m)	$9,43^a \pm 0,21$	$11,70^b \pm 0,35$	$14,33^c \pm 0,15$
Cinzas (% m/m)	$0,63^a \pm 0,06$	$0,66^a \pm 0,06$	$0,53^a \pm 0,06$
Parâmetros de cor			
L^*	$50,24^a \pm 1,12$	$49,32^a \pm 0,72$	$49,90^a \pm 0,98$
a^*	$-1,83^a \pm 0,07$	$-1,88^a \pm 0,10$	$-1,81^a \pm 0,09$
b^*	$6,48^a \pm 0,36$	$6,67^a \pm 0,16$	$6,65^a \pm 0,22$

* Resultados expressos como média \pm desvio-padrão.

** letras diferentes na mesma linha diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de significância de 5 % ($p < 0,05$).

3.3 Propriedades de fluxo

As três bebidas lácteas exibiram comportamento não-Newtoniano, com características pseudoplásticas ($n < 1$). Pôde-se observar que a viscosidade diminuiu com o aumento da concentração de oligofrutose utilizada na elaboração das bebidas (Figura 1). Esses resultados foram diferentes dos obtidos por Donkor et al. (2007) e Villegas e Costell (2007) que relataram um aumento na viscosidade de iogurtes e bebidas lácteas, respectivamente, quando adicionados de inulina. No entanto, o comportamento observado nesse estudo pode estar relacionado a um possível efeito plastificante da oligofrutose, o que resulta em menor hidratação e redução do volume

hidrodinâmico da proteína, diminuindo a viscosidade (BARRETO et al., 2003). Além disso, Villegas e Costell (2007) afirmam que o efeito da concentração de oligossacarídeo no aumento da viscosidade depende do seu grau de polimerização, ou seja, do comprimento da cadeia, sendo que esse aumento é mais pronunciado com inulina (cadeia longa) do que com oligofrutose (cadeia curta). Phillips e Williams (2000) relatam que somente as moléculas com grau de polimerização maior que 10 participam da estrutura do gel, enquanto as moléculas menores permanecem dissolvidas. O mesmo foi confirmado por Chiavaro, Vittadini e Corradini (2007) que não observaram a formação de gel quando utilizaram oligofrutose em diferentes concentrações no preparo de suspensões.

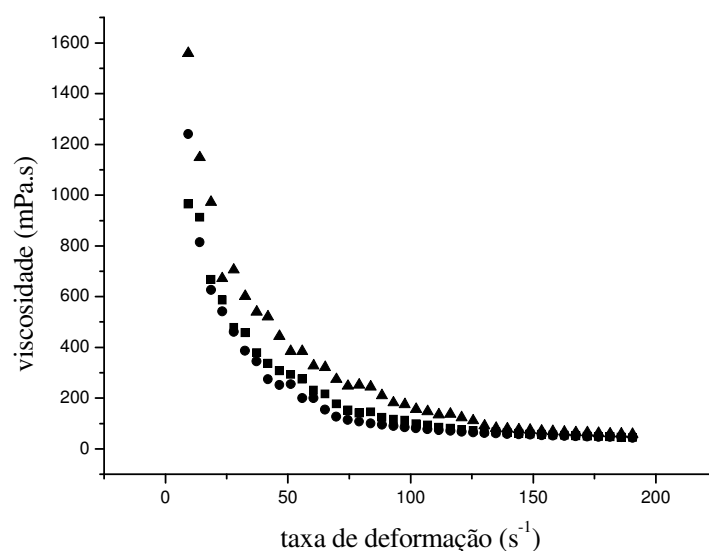


Figura 1: Relação entre viscosidade aparente x taxa de deformação das bebidas lácteas: Controle (▲), A – 2 % de oligofrutose (■) e B – 5 % de oligofrutose (●).

* As curvas representam os valores médios obtidos em triplicata.

Na Tabela 2 estão demonstrados os parâmetros reológicos obtidos para as bebidas lácteas pelo modelo Lei da Potência. Segundo Niness (1999) e Aryana e McGrew (2007) ambas inulina e oligofrutose não interferem na viscosidade do produto. Dello Staffolo et al. (2004) observaram que iogurtes fortificados com 1,3 % de inulina não apresentaram diferenças no índice de consistência e na viscosidade quando comparados ao iogurte controle. Porém, em concentrações maiores de oligofrutose (2 e

5 %) utilizadas neste estudo, foi verificada uma diminuição do índice de consistência (K) e da viscosidade (Tabela 2). Aguilera e Kessler (1989) sugerem que materiais solúveis atuam como ingredientes inertes, enfraquecendo a rede do gel do iogurte formada durante a fermentação. Lee, Anema e Klostermeyer (2004), Patocka, Cervenková e Jelen (2004) e Brink et al. (2007) afirmam que diferenças reológicas são observadas em derivados lácteos com diferentes teores de sólidos totais, decorrentes do uso de diferentes ingredientes, como por exemplo, a oligofrutose adicionada nas bebidas lácteas.

Tabela 2: Parâmetros reológicos obtidos pelo modelo Lei da Potência para as bebidas lácteas Controle, A (2 % oligofrutose) e B (5 % oligofrutose).

Amostras	Temperatura (°C)	K^* (Pa.s ⁿ)	n^{**}	R^{2***}	η^{****} (Pa. s ⁻¹)
Controle	2	47,38	- 0,26	0,95	0,345
	4	38,93	- 0,22	0,95	0,334
	6	32,27	- 0,19	0,95	0,308
	8	20,75	- 0,11	0,96	0,269
A	2	28,68	- 0,22	0,98	0,238
	4	24,09	- 0,18	0,97	0,233
	6	23,59	- 0,18	0,97	0,231
	8	15,07	- 0,11	0,98	0,193
B	2	22,83	- 0,20	0,99	0,210
	4	21,65	- 0,19	0,99	0,204
	6	19,24	- 0,17	0,99	0,199
	8	16,07	- 0,15	0,99	0,186

* Índice de consistência (K)

** Índice de comportamento de fluxo (n)

*** Coeficiente de determinação (R^2)

**** Viscosidade aparente (η) a 50 s⁻¹

A Figura 2 mostra o comportamento tixotrópico das bebidas lácteas, através da área de histerese. Penna, Sivieri e Oliveira (2001) e Oliveira et al. (2002) também observaram presença de tixotropia em bebidas lácteas. As áreas de histerese das bebidas adicionadas de oligofrutose, nas quatro temperaturas, foram menores que as do controle ($p < 0,05$), entretanto não houve diferença significativa ($p > 0,05$) entre as amostras com 2 e 5 % de oligofrutose. Como reportado por Hernández (1996), um fluido tixotrópico de maior viscosidade deve apresentar uma maior área de histerese que um fluido com

menor viscosidade, mesmo que este último sofra uma forte destruição da estrutura. Assumindo que a área de histerese é um índice da energia necessária para destruir a estrutura responsável pela tempo-dependência (TÁRREGA, DURÁN, COSTELL, 2004), os dados experimentais mostraram que as amostras A e B são as que necessitam de menor energia para quebra de suas estruturas. Segundo Kim et al. (2001) a formação de géis de carboidratos é afetada por muitos fatores, como a concentração de reagente, temperatura de aquecimento, pH e sais. Estes fatores também decidem a força do gel e suas propriedades reológicas, o que pode explicar o comportamento observado nas bebidas lácteas adicionadas de oligofrutose.

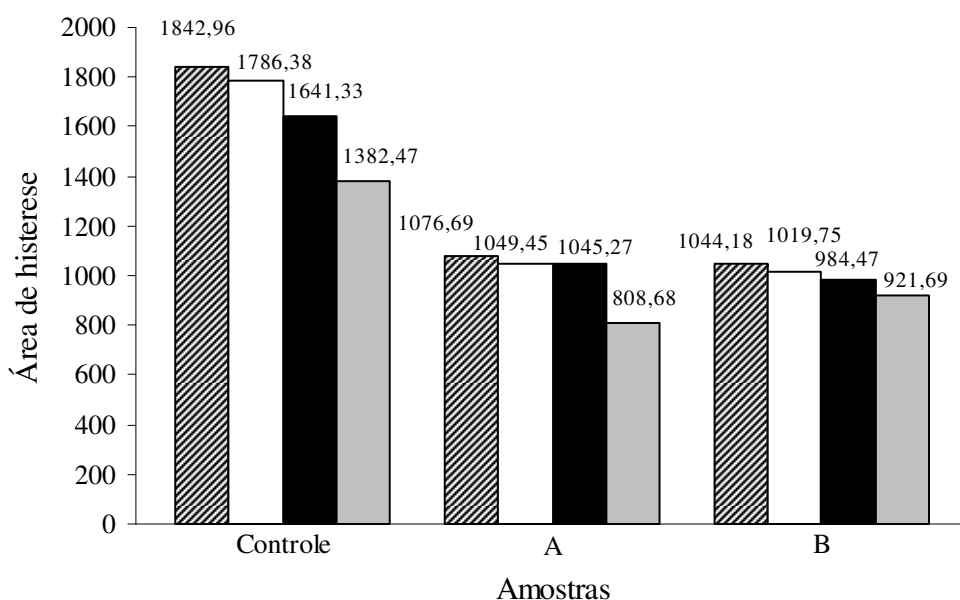


Figura 2: Área de histerese das bebidas lácteas Controle, A (2% oligofrutose) e B (5% oligofrutose). 2°C (▨); 4°C (□); 6°C (■); 8°C (▩).

Na Figura 3 tem-se a relação do efeito da temperatura na viscosidade das bebidas lácteas, de acordo com o modelo de Arrhenius, do qual foi obtida a energia de ativação. Os valores de energia de ativação (E_a) foram iguais a 26651 J/mol (Controle), 20436 J/mol (amostra A) e 12798 J/mol (amostra B), ou seja, houve uma diminuição ($p < 0,05$) da energia de ativação com o aumento da concentração de oligofrutose. O fator de frequência (A), também obtido da equação de Arrhenius, foi de 0,003; 0,032 e 0,785

(mPa.s) para as bebidas controle, A e B respectivamente. De acordo com Barreto et al. (2003), o fator de frequência (A) é dependente do teor de sólidos totais, o que explica o comportamento observado nas bebidas, ou seja, o aumento ($p < 0,05$) do fator de frequência em função da concentração de oligofrutose. Ao mesmo tempo, o efeito da temperatura no decréscimo da viscosidade foi menos acentuado nas bebidas lácteas com adição de oligofrutose (2 e 5 %).

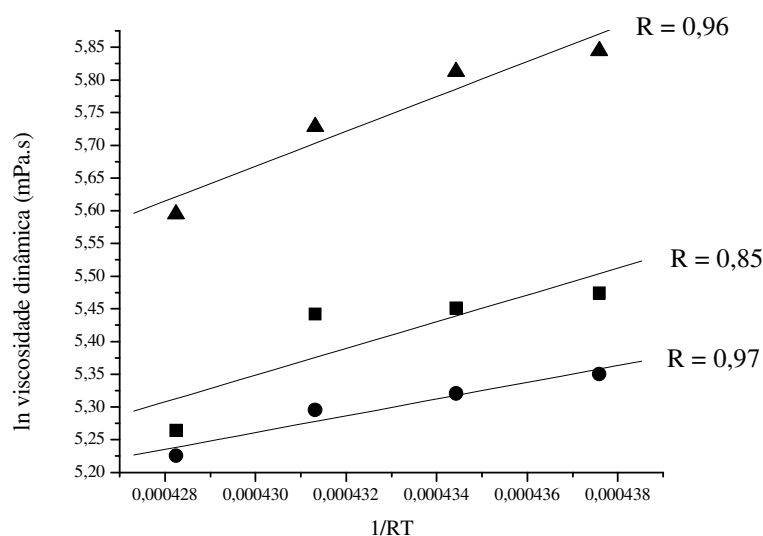


Figura 3: Efeito da temperatura na viscosidade das bebidas lácteas Controle (▲), A – 2 % oligofrutose (■) e B – 5 % oligofrutose (●).

3.4 Análise Instrumental do Perfil de Textura (TPA)

A utilização de oligofrutose na concentração de 5 % contribuiu para a obtenção de uma bebida láctea com maior firmeza e gomosidade ($p < 0,05$) do que a bebida controle, no entanto não apresentou diferença ($p > 0,05$) da bebida com 2 % de oligofrutose. Com relação à adesividade, não foram observadas diferenças ($p > 0,05$) entre as bebidas avaliadas (Tabela 3).

Tabela 3: Resultados dos parâmetros obtidos na análise instrumental do perfil de textura das bebidas lácteas Controle, A (2 % oligofrutose) e B (5 % oligofrutose).

Parâmetros*	Controle	A	B
Firmeza (gf)	7,06 ^a ± 0,95	7,79 ^{ab} ± 1,04	8,15 ^b ± 0,26
Gomosidade (gf)	6,34 ^a ± 0,90	6,65 ^{ab} ± 1,02	7,44 ^b ± 0,25
Adesividade (gf.s)	3,67 ^a ± 0,84	3,30 ^a ± 1,27	3,99 ^a ± 0,56

* Resultados expressos como média ± desvio-padrão.

** letras diferentes na mesma linha diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de significância de 5 % (p < 0,05).

O aumento da firmeza também foi observado por Bozanic, Rogelj e Tratnik (2001, 2002) e Henelly et al. (2006) em leites fermentados e queijos adicionados de inulina, respectivamente. A maior firmeza apresentada pela bebida com 5 % de oligofrutose poderia estar relacionada ao maior teor de sólidos totais (Tabela 1), concordando desta forma com os resultados obtidos por Oliveira e Damin (2003) e Noronha, O’Riordan e O’Sullivan (2007). Noronha, O’Riordan e O’Sullivan (2007) ainda afirmam que o aumento da firmeza pode ser devido à diminuição da hidratação da rede protéica, resultando em um menor efeito plastificante. Já de acordo com Rawson e Marshall (1997), Oliveira et al. (2001) e Sodini et al. (2002) os principais fatores que influenciam a firmeza de iogurtes são o conteúdo e o tipo de proteína presente. Enfim, como citado por Henelly et al. (2006) estes resultados estão entre os mais difíceis de explicar, visto que eles resultam de uma complexa interação de um número de variáveis.

Com relação à gomosidade, obtida a partir da firmeza, resultados similares foram obtidos por Cardarelli (2006) em queijos *petit suisse* simbióticos. Já Buriti (2005) verificou que a adição de oligossacarídeos em queijos frescos cremosos não interferiu nos parâmetros gomosidade e adesividade. Segundo Zoon et al. (1990), associações entre proteínas podem ser influenciadas pela presença de um poli ou oligossacarídeo. Desta forma, nesse trabalho, sugere-se que podem ter ocorrido interações entre as proteínas do leite e do soro e a oligofrutose, modificando a textura do produto.

Na Figura 4 é apresentada uma projeção dos dados de TPA dos dois primeiros componentes principais (CP) da Análise de Componentes Principais (ACP) realizada para as bebidas lácteas. CP 1 representa 50,80 % da variabilidade e CP 2 representa

25,57 %. Isto implica que ambos componentes principais abrangem 76,37 % da variabilidade total dos dados. Desta forma, o CP 1 é o mais importante componente principal e inclui firmeza, gomosidade e adesividade. Já o CP 2 é principalmente correlacionado com a adesividade. As bebidas lácteas estão em quadrantes distintos no gráfico, sendo que a bebida B foi a que apresentou maior relação com os parâmetros obtidos pela TPA.

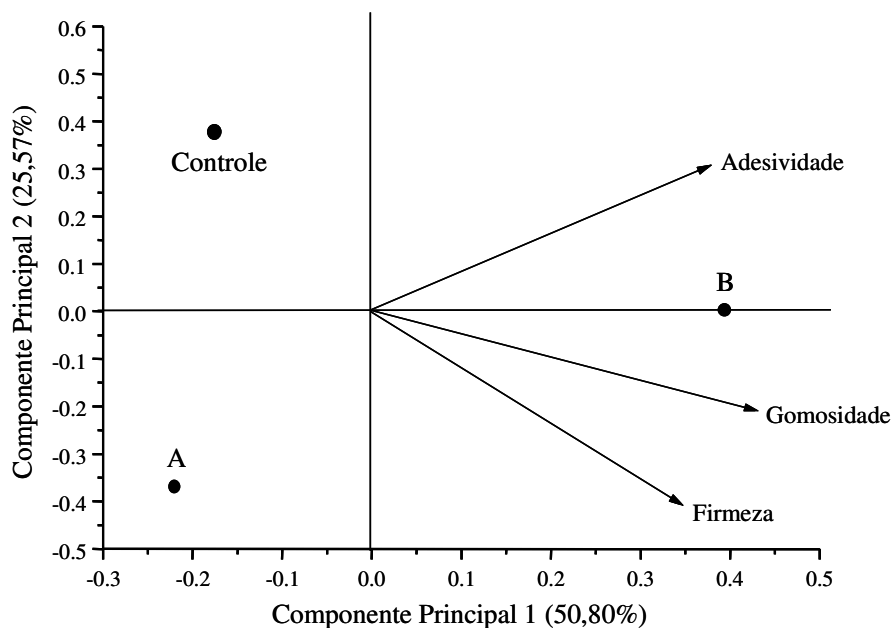


Figura 4: Análise de componentes principais (ACP) para os parâmetros obtidos na Análise Instrumental do Perfil de Textura (TPA) das bebidas lácteas Control, A (2 % oligofrutose) e B (5 % oligofrutose).

3.5 Avaliação sensorial

A partir dos resultados da soma das ordens obtidos pelo teste de Friedman, observou-se que as bebidas lácteas adicionadas de 2 e 5 % de oligofrutose (amostra A e B, respectivamente) foram preferidas ($p < 0,05$) pelos julgadores quando comparadas à bebida controle (Tabela 4), mas não apresentaram diferença significativa ($p > 0,05$) entre si. O sabor levemente mais doce foi citado por 86 % dos julgadores como o atributo mais apreciado nas bebidas preferidas, enquanto a acidez foi mencionada por 41 % dos julgadores como atributo não apreciado na bebida controle. Com relação à aceitabilidade global, as médias das notas verificadas para as bebidas lácteas A e B

foram 7,46 ($\pm 1,01$) e 7,22 ($\pm 1,59$), respectivamente. Ambas as bebidas lácteas foram aceitas, pois a média de aceitabilidade ficou acima de 7 (gostei moderadamente), porém não houve diferença ($p > 0,05$) entre as médias das notas das amostras, indicando que as diferentes proporções de oligofrutose empregadas (2 e 5 %) não interferiram na aceitabilidade das bebidas. De acordo com Penna, Baruffaldi e Oliveira (1997), Almeida, Bonassi e Roça (2000) e Miller, Jarvis e McBean (2000), a utilização de soro de queijo em bebidas lácteas resulta em um produto de grande aceitabilidade pelos consumidores, por ser mais líquido e menos ácido.

Tabela 4: Distribuição das notas (%) de acordo com a preferência dos julgadores ($n = 36$) na análise sensorial das bebidas lácteas Controle, A (2 % oligofrutose) e B (5 % oligofrutose).

Amostras	Notas*			Somadas ordens**
	1	2	3	
Controle	26 (72,2 %)	6 (16,7 %)	4 (11,1 %)	50 ^a
A	6 (16,7 %)	21 (58,3 %)	9 (25,0 %)	75 ^b
B	4 (11,1 %)	9 (25,0 %)	23 (63,9 %)	91 ^b

* 1 = menos preferida; 2 = intermediária; 3 = mais preferida.

** Soma das ordens de cada amostra = (1 x número de notas 1) + (2 x número de notas 2) + (3 x número de notas 3).

*** letras diferentes na mesma coluna diferem significativamente entre si ao nível de significância de 5 % ($p < 0,05$).

Com relação à intenção de compra, para a bebida A, 54 % dos julgadores possivelmente ou certamente comprariam o produto (soma das notas 4 e 5 do teste de intenção de compra, respectivamente), enquanto 44 % responderam que talvez comprassem/talvez não comprassem (nota 3) e somente 2 % dos julgadores possivelmente ou certamente não comprariam o produto (soma das notas 1 e 2). Já para a bebida B, 64 % dos julgadores possivelmente ou certamente comprariam, 28 % responderam que talvez comprassem/talvez não comprassem e 8 % dos julgadores possivelmente ou certamente não comprariam o produto.

De acordo com os resultados obtidos, observa-se que a oligofrutose contribuiu positivamente para as características sensoriais das bebidas lácteas. Esse comportamento foi semelhante ao observado por El-Nagar et al. (2002), Kip, Meyer e

Jellema (2006) e Cardarelli et al. (2007) em sorvete de iogurte e iogurtes adicionados de inulina e em queijos *petit-suisse* com oligofrutose, respectivamente. Segundo Aryana e McGrew (2007) as notas para o sabor de iogurtes com oligofrutose foram maiores que as dos iogurtes com inulina. No entanto, Aragon-Alegro et al. (2007) relataram que a adição de inulina não interferiu na preferência de mousse de chocolate. Já Guven et al. (2005) observaram que iogurtes adicionados de inulina obtiveram menor aceitabilidade quando comparados ao iogurte controle.

Em conclusão, a incorporação de oligofrutose às bebidas lácteas fermentadas probióticas modificou algumas de suas propriedades, como as reológicas e de textura, no entanto isso não alterou negativamente a aceitabilidade sensorial destas. O produto obtido mostrou-se como uma boa opção ao emprego do soro de queijo líquido na alimentação humana e ao consumo de derivados lácteos simbióticos.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro, e também à Chr. Hansen e Clariant pela doação da cultura lática e oligofrutose, respectivamente.

Referências bibliográficas

AGUILERA, J. M., & KESSLER, H. G. Properties of mixed gels and filled-type dairy gels. **Journal of Food Science**, v. 54, p. 1213–1216, 1989.

AKALIN, A.S.; TOKUSOGLU, Ö.; GÖNÇ, S.; AYCAN, S. Occurrence of conjugated linoleic acid in probiotic yoghurts supplemented with fructooligosaccharide. **International Dairy Journal**, v.17, p. 1089–1095, 2007.

ALMEIDA, K.E. de; BONASSI, I.A.; ROÇA, R. de O. Avaliação sensorial de Bebida Láctea preparada com diferentes teores de soro, utilizando-se dois tipos de cultura lática. In: Anais do XVII Congresso Nacional de Laticínios. Juiz de Fora. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 55, n. 315, p.7-13, 2000.

ALMEIDA, K.E. de; BONASSI, I.A.; ROÇA, R. de O. Características físicas e químicas de bebidas lácteas fermentadas e preparadas com soro de queijo Minas frescal. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 21, n. 2, p.187-192, 2001.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis of the association analytical chemists**. 18th. Edition. Maryland, USA, 2005.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION - APHA. **Compendium of methods of the microbiological examination of foods**. 4th. Edition. Washington D.C., 2001. 676p.

APORTELA-PALACIOS, A.; SOSA-MORALES, M.E.; VÉLEZ-RUIZ, J.F. Rheological and physicochemical behavior of fortified yogurt, with fiber and calcium. **Journal of Texture Studies**, v. 36, p. 333–349, 2005.

ARAGON-ALEGRO, L.C.; ALEGRO, J.H.A.; CARDARELLI, H.R.; CHIU, M.C.; SAAD, S.M.I. Potentially probiotic and synbiotic chocolate mousse. **LWT- Food Science and Technology**, v. 40, p. 669-675, 2007.

ARYANA, K.J.; MCGREW, P. Quality attributes of yogurt with *Lactobacillus casei* and various prebiotics. **LWT - Food Science and Technology**, v. 40, p. 1808–1814, 2007.

BARRETO, P.L.M.; ROEDER, J.; CRESPO, J.S.; MACIEL, G.R.; TERENCE, H.; PIRES, A.T.N.; SOLDI, V. Effect of concentration, temperature and plasticizer content on rheological properties of sodium caseinate and sodium caseinate/ sorbitol solutions and glass transition of their films. **Food Chemistry**, v.82, p. 425-431, 2003.

BOURNE, M. C. **Food Texture and Viscosity: Concept and Measurement**. 2.ed. San Diego: Academic Press, 2002. 427p.

BOYLSTON, T.D.; VINDEROLA, C.G.; GHODDUSI, H.B.; REINHEIMER, J.A. Incorporation of bifidobacteria into cheeses: challenges and rewards. **International Dairy Journal**, v.14, p. 375–387, 2004.

BOZANIC, R., ROGELJ, I., & TRATNIK, L. J. Fermented acidophilus goat's milk supplemented with inulin: Comparison with cow's milk. **Milchwissenschaft**, v. 56, p. 618–622, 2001.

BOZANIC, R., ROGELJ, I., & TRATNIK, L. Fermentation and storage of probiotic yogurt from goat milk. **Mijekarstvo**, v. 52, p. 93–111, 2002.

BRINK, J.; LANGTON, M.; STADING, M.; HERMANSSON, A. Simultaneous analysis of the structural and mechanical changes during large deformation of whey protein isolate/gelatin gels at the macro and micro levels. **Food Hydrocolloids**, v. 21, p. 409–419, 2007.

BURITI, F. C. A. **Desenvolvimento de queijo fresco cremoso simbiótico**. 2005. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Bioquímico-Farmacêutica – Tecnologia de Alimentos) – Programa de Pós-graduação em Tecnologia Bioquímico-Farmacêutica, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP.

CARDARELLI, H. R. **Desenvolvimento de queijo 'petit-suisse' simbiótico**. 2006. Tese (Doutorado em Tecnologia Bioquímico-Farmacêutica – Tecnologia de Alimentos) – Programa de Pós-graduação em Tecnologia Bioquímico-Farmacêutica, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP.

CARDARELLI, H.R.; BURITI, F.C.A.; CASTRO, I.A.; SAAD, S.M.I. Inulin and oligofructose improve sensory quality and increase the probiotic viable count in potentially synbiotic *petit-suisse* cheese. **LWT - Food Science and Technology** (2007), doi:10.1016/j.lwt.2007.07.001.

CASIRAGHI, M.C.; CANZI, E.; ZANCHI, R.; DONATI, E.; VILLA, L. Effects of a synbiotic milk product on human intestinal Ecosystem. **Journal of Applied Microbiology**, v. 103, p. 499-506, 2007.

CHIAVARO, E.; VITTADINI, E.; CORRADINI, C. Physicochemical characterization and stability of inulin gels. **European Food Research Technology**, v. 225, p. 85–94, 2007.

DELLO STAFFOLO, M.; BERTOLA, N.; MARTINO, M.; BEVILACQUA, A. Influence of dietary fiber addition on sensory and rheological properties of yogurt. **International Dairy Journal**, v.14, p. 263–268, 2004.

DONKOR, O.N.; NILMINI, S.L.I.; STOLIC, P.; VASILJEVIC, T.; SHAH, N.P. Survival and activity of selected probiotic organisms in set-type yoghurt during cold storage. **International Dairy Journal**, v.17, p. 657–665, 2007.

EL-NAGAR, G., GLOWERS, G., TUDORICA, C. M., & KURI, V. Rheological quality and stability of yog–ice cream with added inulin. **International Journal of Dairy Technology**, v. 55, p. 89–93, 2002.

FERNÁNDEZ-GARCÍA, E.; MCGREGOR, J.U. Fortification of sweetened plain yogurt with insoluble dietary fiber. **Zeitschrift fuer Lebensmittel - Untersuchung und - Forschung A**, v. 204, p. 433–437, 1997.

FISZMAN, S. M.; LLUCH, M. A.; SALVADOR, A. Effect of addition of gelatin on microstructure of acidic milk gels and yoghurt and on their rheological properties. **International Dairy Journal**, v. 9, p. 895–901, 1999.

FULLER, R. Probiotics in man and animals. **Journal of Applied Bacteriology**, v.66, n.5, p.365-378, 1989.

FURTADO, M. M.; NETO, J. P. M. **Tecnologia de Queijos—Manual Técnico para Produção Industrial de Queijos**. São Paulo: Dipemar, 1994. 118 p.

GEE, V.L.; VASANTHAN, T.; TEMELLI, F. Viscosity of model yogurt systems enriched with barley β -glucan as influenced by starter cultures. **International Dairy Journal**, v. 17, p. 1083–1088, 2007.

GIBSON, G.R.; ROBERFROID, M.B. Dietary modulation of the human colonic microbiota: introducing the concept of prebiotics. **The Journal of Nutrition**, v.125, n.6, p.1401-1412, 1995.

GOMES, A.M.P.; MALCATA, F.X. *Bifidobacterium* spp. and *Lactobacillus acidophilus*: biochemical, technological and therapeutical properties relevant for use as probiotics. **Trends in Food Science and Technology**, v.10, n. 4/5, p.139-157, 1999.

GUVEN, M., YASAR, K., KARACA, O. B., & HAYALOGLU, A. A. The effect of inulin as a fat replacer on the quality of set-type low-fat yogurt manufacture. **International Journal of Dairy Technology**, v. 58, p. 180–184, 2005.

HENNELLY, P.J.; DUNNE, P.G.; O' SULLIVAN, M.; O'RIORDAN, E.D. Textural, rheological and microstructural properties of imitation cheese containing inulin. **Journal of Food Engineering**, v. 75, p. 388–395, 2006.

HERNÁNDEZ, M. J. **Caracterización reológica de hidrogeles de MCC-NaCMC + almidón. Tixotropía y sinergismo**. 1996. Tese. Universitat de València, València, Espanha.

HUEBNER, J.; WEHLING, R.L.; HUTKINS, R.W. Functional activity of commercial prebiotics. **International Dairy Journal**, v. 17, p. 770–775, 2007.

ISOLAURI, E. The role of probiotics in paediatrics. **Current Paediatrics**, v. 14, n.2, p. 104–109, 2004.

KIM, Y.; FAQIH, M.N.; WANG, S.S. Factors affecting gel formation of inulin. **Carbohydrate Polymers**, v.46, p.135-145, 2001.

KIP, P.; MEYER, D.; JELLEMA, R.H. Inulins improve sensoric and textural properties of low-fat yoghurts. **International Dairy Journal**, v.16, n.9, p.1098-1103, 2006.

LA TORRE, L.; TAMIME, A. Y.; MUIR, D. D. Rheology and sensory profiling of set-type fermented milks made with different commercial probiotic and yoghurt starter cultures. **International Journal of Dairy Technology**, v. 56, p. 163–170, 2003.

LEE, S.K.; ANEMA, S.; KLOSTERMEYER, H. The influence of moisture content on the rheological properties of processed cheese spreads. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 39, p. 763–771, 2004.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G.V.; CARR, B.T. **Sensory evaluation techniques**. 3. ed., Boca Raton, FL.: CRC Press, 1999. 387p.

MILLER, G.D.; JARVIS, J.K.; MCBEAN, L.D. **Handbook of Dairy Foods and Nutrition**. Boca Raton, FL: CRC Press, 2000.

NORONHA, N.; O'RIORDAN, E.D.; O'SULLIVAN, M. Replacement of fat with functional fibre in imitation cheese. **International Dairy Journal**, v. 17, p. 1073–1082, 2007.

NINESS, K. R. Inulin and oligofructose: What are they? **Journal of Nutrition**, v. 129, p. 1402S–1406S, 1999.

- OLIVEIRA, M. N.; SODINI, I.; REMEUF, F.; CORRIEU, G. Effect of milk supplementation and culture composition on acidification, textural properties and microbiological stability of fermented milks containing probiotic bacteria. **International Dairy Journal**, v.11, p.935-942, 2001.
- OLIVEIRA, M. N.; SODINI, I.; REMEUF, F.; TISSIER, J.P.; CORRIEU, G. Manufacture of fermented lactic beverages containing probiotic cultures. **Journal of Food Science**, v. 67, p. 2336-2341, 2002.
- OLIVEIRA, M. N.; DAMIN, M.R. Efeito do teor de sólidos e da concentração de sacarose na acidificação, firmeza e viabilidade de bactérias do iogurte e probióticas em leite fermentado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.23, p. 172-176, 2003.
- PATOCKA, G., CERVENKOVA, R., & JELEN, P. Textural effects of soluble whey protein isolate in stirred yoghurt. **Milchwissenschaft**, v. 59, p. 37–40, 2004.
- PENNA, A.L.B.; BARUFFALDI, R.; OLIVEIRA, M.N. Optimization of yoghurt production using demineralized whey. **Journal of Food Science**, v.62, p.846-850, 1997.
- PENNA, A.L.B.; SIVIERI, K.; OLIVEIRA, M.N. Relation between quality and rheological properties of lactic beverages. **Journal of Food Engineering**, v. 49, p. 7-13, 2001.
- PHILLIPS, G.O.; WILLIAMS, P. A. **Handbook of Hydrocolloids**, 1.ed. Woodhead publishing limited, Abington, p. 397–403, 2000.
- RAMASWAMY, H. S.; BASAK, S. Pectin and raspberry concentrate effects on the rheology of stirred commercial yogurt. **Journal of Food Science**, v. 57, p. 357–360, 1992.
- RAWSON, H. L.; MARSHALL, V. M. Effect of ‘ropy’ strains of *Lactobacillus delbrueckii* spp. *bulgaricus* and *Streptococcus thermophilus* on rheology of stirred yogurt. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 32, p. 213–220, 1997.
- ROBERFROID, M.B. Functional foods: concepts and application to inulin and oligofructose. **British Journal of Nutrition**, v.87(suppl 2), p.139-143, 2002.
- SHAH, N. P. Functional cultures and health benefits. **International Dairy Journal**, v. 17, p.1262-1277, 2007.
- SODINI, I.; LUCAS, A.; OLIVEIRA, M. N.; REMEUF, F.; CODRIEU, G. Effect of milk base and starter culture on acidification, texture, and probiotic cell counts in fermented milk processing. **Journal of Dairy Science**, v. 85, p. 2479–2488, 2002.
- STONE, H.; SIDEL, J.L.. **Sensory Evaluation Practices**. Orlando, FL.: Academic Press, 1985. 313p.
- TÁRREGA, A.; DURÁN, L.; COSTELL, E. Flow behaviour of semi-solid dairy desserts. Effect of temperature. **International Dairy Journal**, v. 14, p. 345–353, 2004.

- THAMER, K.G.; PENNA, A.L.B. Caracterização de bebidas lácteas funcionais fermentadas por probióticos e acrescidas de prebiótico. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, n. 3, p. 589-595, 2006.
- VILLEGAS, B.; COSTELL, E. Flow behaviour of inulin–milk beverages. Influence of inulin average chain length and of milk fat content. **International Dairy Journal**, v.17, p. 776–781, 2007.
- VINDEROLA, C.G.; REINHEIMER, J.A. Enumeration of *Lactobacillus casei* in the presence of *L. acidophilus*, bifidobacteria and lactic starter bacteria in fermented dairy products. **International Dairy Journal**, v.10, p.271-275, 2000.
- WADA, T., SUGATANI, J., TERADA, E., OHGUCHI, M.; MIWA, M. Physicochemical characterization and biological effects of inulin enzymatically synthesized from sucrose. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 53, p. 1246–1253, 2005.
- XU, S. Y.; STANLEY, D. W.; GOFF, H. D.; DAVISON, V. J.; LE MARGUER, M. Hydrocolloid/milk gel formation and properties. **Journal of Food Science**, v. 57, p. 96–102, 1992.
- ZOON, P.; ROEFS, S.P.F.M.; CINDIO, B. de; VAN VLIET, T. Rheological properties of skim milk gels at various temperatures; interrelation between the dynamic moduli and the relaxation modulus. **Rheologica Acta**, v.29, n.3, p. 223-230, 1990.

Conclusões

- A partir do estudo da influência das variáveis proporção de soro e concentração de oligofrutose nas propriedades tecnológicas (tempo de fermentação, acidez e índice de sinerese) e na população de bactérias probióticas das bebidas lácteas, pôde-se observar um aumento linear da resposta índice de sinerese em função da variável proporção de soro.
- Todas as bebidas lácteas elaboradas foram consideradas probióticas, pois apresentaram contagem de células viáveis igual a 10^6 UFC/mL.
- A incorporação de oligofrutose resultou em bebidas lácteas com maiores teores de carboidratos totais e sólidos totais, no entanto, não alterou a acidez, conteúdo de proteínas, lipídios, cinzas e os atributos de cor.
- As bebidas lácteas apresentaram comportamento não-Newtoniano, com características pseudoplásticas e presença de tixotropia, sendo que a incorporação de oligofrutose modificou as características reológicas do produto.
- Quanto aos parâmetros de textura (firmeza, gomosidade e adesividade) estes também apresentaram comportamentos diferenciados na presença de oligofrutose nas bebidas lácteas.
- As bebidas adicionadas de oligofrutose foram preferidas sensorialmente e apresentaram boa aceitabilidade global. Quanto à intenção de compra, a maioria dos julgadores compraria esse produto.
- A concentração de oligofrutose utilizada aliada à população de *Lactobacillus acidophilus* LA-5 e *Bifidobacterium* BB-12 foi suficiente para conferir propriedades funcionais às bebidas lácteas fermentadas. Desta forma, essas bebidas mostraram-se como uma alternativa promissora ao emprego do soro de queijo líquido na alimentação humana, ao aumento da ingestão de fibra e ao consumo de um produto simbiótico, contribuindo ainda para a diversificação de derivados lácteos com possível aplicação industrial e comercial.
- Além disso, a utilização do soro de queijo líquido na elaboração das bebidas contribui para a redução da poluição ambiental gerada por este quando não perfeitamente descartado.

ANEXOS

ANEXO A – Trabalhos parciais apresentados em eventos.

Resumo apresentado na 6ª Semana de Ensino, Pesquisa e Extensão da UFSC de 16 a 19 de maio de 2007, Florianópolis – SC.

PROBIÓTICOS: DEFINIÇÕES, PROPRIEDADES E APLICAÇÕES TECNOLÓGICAS

Fabiane Picinin de Castro, Thiago Meurer Cunha, Elane Schwinden Prudêncio, Ernani S. Sant’Anna, Letícia Ungaretti Haberbeck, Marco T. F. Dominici

O estado nutricional de populações que vivem em países desenvolvidos pode ser afetado por hábitos inadequados como o consumo excessivo de gorduras e açúcares, além da diminuição no consumo de fibras, sais minerais e vitaminas. Porém, paralelamente se tem observado uma busca crescente dos consumidores por alimentos de alta qualidade e sabor, pouco calóricos e que tragam benefícios à saúde, como os alimentos funcionais. Alimentos funcionais podem ser definidos como aqueles que constam em uma dieta usual que, além de suas funções nutricionais básicas, contêm substâncias com efeitos metabólicos ou fisiológicos, podendo ser capazes de reduzir o surgimento de algumas doenças. Nesta categoria encontram-se os alimentos probióticos. O objetivo deste trabalho foi realizar uma revisão bibliográfica sobre alimentos probióticos, definindo-os e evidenciando as suas propriedades e aplicações tecnológicas. Probióticos são microrganismos viáveis que, quando ingeridos por humanos ou animais, afetam benéficamente a saúde do hospedeiro. Dentre os efeitos benéficos creditados aos probióticos destacam-se a modulação da microbiota e a atividade antagonista contra patógenos. No entanto, para exercer esses efeitos, a bactéria probiótica deve, após ingestão, ser capaz de sobreviver ao trato gastrointestinal, alcançar o intestino em alta contagem, aderir às paredes, se multiplicar, entre outros. Assim sendo, a viabilidade das espécies probióticas durante estocagem dos alimentos também é de grande importância. Os gêneros frequentemente utilizados são *Lactobacillus* e *Bifidobacterium*, destacando-se os seus usos em produtos lácteos fermentados.

Resumo apresentado na 6ª Semana de Ensino, Pesquisa e Extensão da UFSC de 16 a 19 de maio de 2007, Florianópolis – SC.

PROPRIEDADES FUNCIONAIS E IMPORTÂNCIA DOS PREBIÓTICOS NA PRODUÇÃO DE DERIVADOS LÁCTEOS

Fabiane Picinin de Castro, Thiago Meurer Cunha, Elane Schwinden Prudêncio, Honório D. Benedet, Marco T. F. Dominici, Letícia Ungaretti Haberbeck,

Consumidores modernos estão interessados em uma alimentação saudável e que possa reduzir o surgimento de algumas doenças. Como consequência observa-se o aumento do mercado de alimentos denominados funcionais, ou seja, que além de suas funções nutricionais básicas contêm substâncias com efeitos metabólicos ou fisiológicos, podendo trazer benefícios à saúde. Dentro desta categoria de alimentos, destacam-se os prebióticos. O objetivo deste trabalho foi realizar uma revisão bibliográfica sobre alimentos prebióticos, definindo-os e evidenciando as suas propriedades funcionais e importância na produção de derivados lácteos. Prebióticos são componentes alimentares não digeríveis, geralmente oligossacarídeos, com atividade bifidogênica, ou seja, capazes de estimular o crescimento e/ou atividade de algumas bactérias presentes no intestino, afetando benéficamente o hospedeiro. Os microrganismos alvos de prebióticos são espécies dos gêneros *Lactobacillus* e *Bifidobacterium* (probióticos). A inulina e os frutooligossacarídeos (FOS) são os mais amplamente utilizados em derivados lácteos como coadjuvantes de tecnologia e fonte de fibras. Os prebióticos podem ser considerados ingredientes do futuro, pois preenchem as necessidades da indústria láctea e são considerados uma das principais classes de ingredientes funcionais.

XV ENAAL
CONGRESSO
LATINO AMERICANO
DE ANALISTAS DE ALIMENTOS



CERTIFICADO

Certificamos que o trabalho científico A INFLUÊNCIA DO TEOR DE SORO DE QUEIJO SOBRE A CONTAGEM DE BACTÉRIAS PROBIÓTICAS EM BEBIDAS LÁCTEAS FERMENTADAS PREBIÓTICAS de autoria de Fabiane Picinin de Castro, Thiago Meurer Cunha, Ernani Sebastião Sant'Anna e Elane Schwinden Prudêncio foi apresentado na forma de pôster e resumo expandido no XV ENAAL e Congresso Latino Americano de Alimentos, realizados de 10 a 13 de junho de 2007, no Hotel Oásis Atlântico Fortaleza.

Fortaleza-CE, 13 de junho de 2007.

Promoção:



Apoio:

Ministério da Saúde
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento



Agência Nacional de Vigilância Sanitária



Realização:



GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
Secretaria da Saúde

Jiana Perdigão
Presidente
XV ENAAL e CONGRESSO
LATINO AMERICANO DE ANALISTAS DE ALIMENTOS

Dejaide Nogueira
Presidente
SOCIEDADE BRASILEIRA DE
ANALISTAS DE ALIMENTOS - SBAAL

XV ENAAL
CONGRESSO
LATINO AMERICANO
DE ANALISTAS DE ALIMENTOS



CERTIFICADO

Certificamos que o trabalho científico AVALIAÇÃO DA METODOLOGIA EMPREGADA PARA A CONTAGEM DE CÉLULAS VIÁVEIS DE BACTÉRIAS PROBIÓTICAS (Bifidobacterium BB-12 E Lactobacillus acidophilus LA-5) EM BEBIDAS LÁCTEAS FERMENTADAS PREBIÓTICAS de autoria de Fabiane Picinin de Castro, Thiago Meurer Cunha, Eunice Cassanego Ilha e Elane Schwinden Prudêncio foi apresentado na forma de pôster e resumo expandido no XV ENAAL e Congresso Latino Americano de Alimentos, realizados de 10 a 13 de junho de 2007, no Hotel Oásis Atlântico Fortaleza.



Apóio:

Ministério da Saúde
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento



Agência Nacional de Vigilância Sanitária



Realização:



GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
Secretaria de Saúde

Fortaleza-CE, 13 de junho de 2007.

Jiana Perdigão
Presidente

XV ENAAL e CONGRESSO
LATINO AMERICANO DE ANALISTAS DE ALIMENTOS

Dejaide Augusto
Presidente
SOCIEDADE BRASILEIRA DE
ANALISTAS DE ALIMENTOS - SBAAL

XV ENAAL
CONGRESSO
LATINO AMERICANO
DE ANALISTAS DE ALIMENTOS



CERTIFICADO

Certificamos que o trabalho científico O EFEITO DO TEOR DE OLIGOFRUTOSE NA SINERESE DE BEBIDAS LÁCTEAS FERMENTADAS PROBIÓTICAS de autoria de Fabiane Picinin de Castro, Thiago Meurer Cunha, Letícia Ungaretti Haberbeck e Elane Schwinden Prudêncio foi apresentado na forma de pôster e resumo expandido no XV ENAAL e Congresso Latino Americano de Alimentos, realizados de 10 a 13 de junho de 2007, no Hotel Oásis Atlântico Fortaleza.

Fortaleza-CE, 13 de junho de 2007.

Promoção:



Apoio:

Ministério da
Saúde



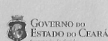
Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento



Agência Nacional
de Vigilância Sanitária



Realização:



Liana Perdigão
Presidente

XV ENAAL e CONGRESSO
LATINO AMERICANO DE ANALISTAS DE ALIMENTOS

Deja D. Nogueira
Presidente
SOCIEDADE BRASILEIRA DE
ANALISTAS DE ALIMENTOS - SBAAL



SBAN

9º CONGRESSO
NACIONAL DA
SOCIEDADE
BRASILEIRA DE
ALIMENTAÇÃO E
NUTRIÇÃO
SBAN

CARGA HORÁRIA:
33 horas

CERTIFICADO

PS-26-031

Certificamos que o trabalho AVALIAÇÃO DE DIFERENTES TEORES DE SORO DE QUEIJO E OLIGOFRUTOSE NO DESENVOLVIMENTO DE BEBIDA LÁCTEA PROBIÓTICA

participou do **9º Congresso Nacional da Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição - SBAN**, realizado no Centro FECOMERCIO de Eventos - São Paulo, de 24 a 27 de outubro de 2007, na qualidade de Pôster Simples

Autores: KARINA NUNES DE SIMAS; FABIANE PICININ DE CASTRO; THIAGO MEURER CUNHA; RENATA DIAS DE M.C. AMBONI; ELANE SCHWINDEN PRUDÊNCIO

São Paulo, 27 de outubro de 2007.

Silvia Maria Franciscato Cozzolino
Silvia Maria Franciscato Cozzolino
Presidente da SBAN

Lilian Cuppari
Lilian Cuppari
Presidente do Congresso

APOIO:



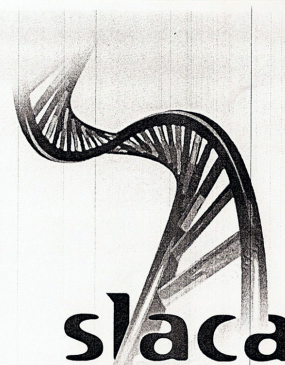
Certificado

7º Simpósio Latino Americano de Ciência de Alimentos

Ciência e Tecnologia de Alimentos em Benefício à Sociedade: **Ligando a Agricultura à Saúde**

Certificamos que o trabalho intitulado **AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES TECNOLÓGICAS DE BEBIDAS LÁCTEAS FUNCIONAIS ATRAVÉS DA METODOLOGIA DE SUPERFÍCIE DE RESPOSTA** de autoria **CASTRO, F. P.; PRUDÊNCIO, E. S.; GAUCHE, C.; TEÓFILO, R. F.; FERREIRA, M. M. C.** foi apresentado na sessão de posters no **7º Simpósio Latino Americano de Ciência de Alimentos - Ciência e Tecnologia de Alimentos em Benefício à Sociedade: Ligando a Agricultura à Saúde**, realizado de 04 a 07 de Novembro de 2007, Campinas – São Paulo – Brasil.

Campinas, 04 de novembro de 2007.



Délia R. Rodríguez Amaya
Dra. Délia Rodríguez Amaya
 Coordenadora do Comitê de Programação

Gabriela Alves de Macedo
Dra. Gabriela Alves de Macedo
 Coordenadora do Comitê Científico

Gláucia Maria Pastore
Dra. Gláucia Maria Pastore
 Presidente do Evento

Certificado

7º Simpósio Latino Americano de Ciência de Alimentos
 Ciência e Tecnologia de Alimentos em Benefício à Sociedade: **Ligando a Agricultura à Saúde**

Certificamos que o trabalho intitulado **CARACTERIZAÇÃO DAS PROPRIEDADES REOLÓGICAS DE BEBIDAS LÁCTEAS FERMENTADAS SIMBIÓTICAS** de autoria **CASTRO, F. P.; SANT'ANNA, E.S.; BARRETO, P. L. M.; CUNHA, T.M.; PRUDÊNCIO, E. S.** foi apresentado na sessão de posters no **7º Simpósio Latino Americano de Ciência de Alimentos - Ciência e Tecnologia de Alimentos em Benefício à Sociedade: Ligando a Agricultura à Saúde**, realizado de 04 a 07 de Novembro de 2007, Campinas – São Paulo – Brasil.

Campinas, 04 de novembro de 2007.



Délia R. Rodríguez Amaya
Dra. Délia Rodríguez Amaya
 Coordenadora do Comitê de Programação

Gabriela Alves de Macedo
Dra. Gabriela Alves de Macedo
 Coordenadora do Comitê Científico

Gláucia Maria Pastore
Dra. Gláucia Maria Pastore
 Presidente do Evento

ANEXO B – Submissão do artigo “The utilization of different content of cheese whey and oligofructose in the development of functional lactic beverages” para publicação no **“Nutrition Research”** (ISSN: 0271-5317).

Caixa de Entrada Compor Pastas Opções Pesquisa Problemas? Catálogos de Endereços Desconectar Abrir Pas

INBOX: Submission Confirmation (201 de 324)

Mover | Copiar Esta mensagem para 

Excluir | Responder | Responder para Todos | Encaminhar | Redirecionar | Bloquear | Código-fonte da Mensagem | Salvar como | Imprimir

Voltar para
INBOX <>

Data: Thu, 13 Sep 2007 20:49:54 +0100

De: Nutrition Research <nr@purdue.edu>

Para: elane@cca.ufsc.br

Assunto: Submission Confirmation

Dear professor Elane Schwinden Prudêncio,

Your submission entitled "The utilization of different content of cheese whey and oligofructose in the development of functional lactic beverages" has been received by Nutrition Research

You may check on the progress of your paper by logging on to the Elsevier Editorial System as an author. The URL is <http://ees.elsevier.com/nr/>.

Your username is:

Your password is:

Your manuscript will be given a reference number once an Editor has been assigned.

Thank you for submitting your work to this journal.

Kind regards,

Elsevier Editorial System
Nutrition Research




Excluir | Responder | Responder para Todos | Encaminhar | Redirecionar | Bloquear | Código-fonte da Mensagem | Salvar como | Imprimir

Voltar para
INBOX <>

Mover | Copiar Esta mensagem para 

Submissions Being Processed for Author Elane Schwinden Prudêncio

Page: 1 of 1 (1 total submissions)

 Action	Manuscript Number	Title
		
View Submission View QC Results Send E-mail		The utilization of different content of cheese whey and oligofructose in th development of functional lactic beverages

Page: 1 of 1 (1 total submissions)

[<< Author Main Menu](#)

ANEXO C – Certificado de análise de garantia da qualidade da oligofrutose Raftilose
P95 , Beneo[®] (Clariant - Orafti).

GARANTIA DA QUALIDADE

Divisão Clariant Brasil (BRAH)
 Unidade Custom Synthesis (55)
 Endereço Av. Jorge Bei Maluf, 2163
 Telefone +54 11 4239-0600

**C e r t i f i c a d o d e a n á l i s e**

Data : 20.04.2006
 Página: 1 / 2

Dados do material / lote

Material : BNEO (Raftilose) P 95 0025
 Código : 16263414988
 Lote : PEMEC4DEC4
 Fabricação : 08.04.2004
 Validade : 08.04.2007

- 1) Estes dados refletem os resultados dos controles realizados sobre uma amostra representativa e não eximem o cliente de realizar seu controle no recebimento deste material / lote.
- 2) A empresa não se responsabiliza pelo uso inadequado que se faça do produto ou da informação que lhe foi enviada.
- 3) Este certificado foi emitido eletronicamente pela Garantia da Qualidade e não precisa ser assinado.

Característica/Método de inspeção	Especificação	Resultado
Matéria Seca BRRH5057 - Matéria Seca	95,5 - 98,5	96,5 %
Valor pH (50° Brix) BRRH5033 - pH	5,0 - 7,0	5,8
Glicose + Frutose + Sacarose BRRH5093-Glicose+frutose+sucrose	0,0 - 6,8	6,5 %
Oligofrutose BRRH5094-Oligofrutose	93,2 - 100,0	93,5 %
Condutividade BRRH5059 - Condutividade	0,0 - 200,0	6,0 µs
Contagem total BRRH5095-Contagem total	0,0 - 1000,0	0,0 CBU/g
Leveduras BRRH5096-Leveduras	0,0 - 20,0	0,0 CBU/g

GARANTIA DA QUALIDADE

Divisão Clariant Brasil (BRAH)
Unidade Custom Synthesis (55)
Endereço Av. Jorge Bei Maluf, 2163
Telefone +54 11 4239-0600



C e r t i f i c a d o d e a n á l i s e

Data : 20.04.2006

Página: 2 / 2

Dados do material / lote

Material : BNEO (Raftilose) P 95 0025
Código : 16263414988
Lote : PEMEC4DEC4
Fabricação : 08.04.2004
Validade : 08.04.2007

Característica/Método de inspeção	Especificação	Resultado
Bolores	0,0 - 20,0	0,0 CBU/g
BRRH5097-Bolores		

*** FINAL DO DOCUMENTO ***

ANEXO D – Parecer de aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres
Humanos da UFSC.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA COM SERES HUMANOS

PARECER CONSUBSTANCIADO - PROJETO Nº 187/07

I – identificação

Título do projeto: "Efeito de diferentes proporções de soro de queijo e oligofrutose na contagem de bactérias probióticas, nas características físicas e sensoriais de bebidas lácteas fermentadas."

Professor Responsável: Elane Swinden Prudêncio
Professor Principal: Fabiane Picinin de Castro
Local: Universidade Federal de Santa Catarina

II – Objetivos

Objetivo geral:

Avaliar o efeito de diferentes proporções de soro de queijo e de oligofrutose na contagem de células viáveis probióticas e nas características físicas, químicas e sensoriais de bebidas lácteas fermentadas com cultura láctea termofílica contendo *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus*, *Lactobacillus acidophilus* LA-5 *Bifidobacterium* BB-12.

Objetivos Específicos:

- Elaborar bebidas lácteas fermentadas utilizando diferentes proporções de leite, soro de queijo e de oligofrutose através de delineamento experimental.
- Determinar a contagem de células viáveis das bactérias probióticas adicionadas (*Lactobacillus acidophilus* LA-5 e *Bifidobacterium* BB-12, tempo de fermentação, pH, acidez e índice de sinerese de todas as formulações.
- Selecionar através de metodologia de resposta as melhores condições de elaboração e a melhor bebida láctea fermentada.
- Determinar a composição físico-química do leite, soro, mistura (soro e leite nas proporções a serem fermentadas) e bebida láctea de formulação selecionada, através das seguintes análises: pH, acidez, umidade, sólidos totais, proteínas totais, cinzas, lipídeos e carboidratos totais.
- Avaliar na mistura e na bebida láctea selecionadas o teor de oligofrutose,
- Avaliar as propriedades do fluxo e o perfil instrumental de textura da melhor formulação.
- Realizar teste sensorial de aceitabilidade global e teste de intenção de compra com a formulação escolhida no delineamento experimental.

III - Comentário: O projeto de mestrado está em consonância com os princípios bioéticos. O princípio da autonomia está atendido, porquanto há um TCLE bem elaborado. Ademais, o produto não oferece riscos ao consumidor, pois, apesar de apresentar diferenças no método de obtenção, utilizará matérias-primas (leite, soro de queijo), bactérias lácticas e uma fibra solúvel (oligofrutose) que já são comumente empregadas nas formulações de derivados lácteos existentes no mercado.

IV - Parecer final

Aprovado

V – Data da Reunião: 30 de Julho de 2007

Prof. Washington Portela de Souza

Coordenador do CEP

Fonte: CONEP/ANVS - Resoluções 196/96 e 251/97 do CNS.

ANEXO E – Ficha para avaliação sensorial do teste de ordenação – preferência.

TESTE DE ORDENAÇÃO- PREFERÊNCIA

Nome:

Data:

Produto: Bebida láctea fermentada adicionada de probióticos e prebiótico (oligofrutose).

Você está recebendo 3 amostras de bebida láctea fermentada adicionada de probióticos e prebiótico.

Por favor, prove as amostras da esquerda para a direita e coloque-as em ordem **crescente** de acordo com sua preferência geral.

	Menos preferida		Mais preferida
Posição	1	2	3
Código da amostra =			

Agora, por favor, responda às seguintes questões:

Qual característica sensorial você **mais apreciou** na amostra **mais** preferida?

Qual característica sensorial você **não apreciou** na amostra **menos** preferida?

Comentários:

Obrigada!

ANEXO F – Ficha para avaliação sensorial dos testes de aceitabilidade global e intenção de compra.

TESTE DE ACEITABILIDADE – ESCALA HEDÔNICA

Nome:

Data:

- Você irá receber uma amostra de bebida láctea fermentada adicionada de probióticos e prebiótico (oligofrutose) que será servida individualmente.
- Prove cuidadosamente e avalie.
- Represente o quanto gostou ou desgostou da amostra, de acordo com a seguinte escala:

- 1- Desgostei muitíssimo
- 2- Desgostei muito
- 3- Desgostei moderadamente
- 4- Desgostei ligeiramente
- 5- Indiferente
- 6- Gostei ligeiramente
- 7- Gostei moderadamente
- 8- Gostei muito
- 9- Gostei muitíssimo

Código da amostra: _____

Valor atribuído: _____

TESTE DE INTENÇÃO DE COMPRA

Se você encontrasse esse produto no mercado você:

- (1) certamente não compraria
- (2) provavelmente não compraria
- (3) talvez comprasse/talvez não comprasse
- (4) provavelmente compraria
- (5) certamente compraria

Comentários:

Obrigada!

ANEXO G – Informativo distribuído aos julgadores após a avaliação sensorial.

IOGURTE E BEBIDA LÁCTEA

Iogurte	Bebida Láctea Fermentada
É um tipo de leite fermentado, cuja fermentação é realizada por <i>Streptococcus salivarius subsp. thermophilus</i> e <i>Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus</i> . Pode conter outras bactérias ácido-láticas que, por sua atividade, contribuem para as características do produto final.	É o produto lácteo resultante da mistura do leite e soro de leite , também fermentado mediante a ação de cultivo de microrganismos específicos.

A bebida láctea geralmente é mais líquida, enquanto o iogurte tende a ser mais consistente e portanto, deve ser ingerido de colher. A textura mais leve da bebida é resultante da incorporação de soro de leite, enquanto a base do iogurte é o leite.

PROBIÓTICOS E PREBIÓTICOS

Nem todos os iogurtes e bebidas lácteas são probióticos. Pesquisas indicam que, as espécies de microrganismos normalmente empregados em iogurtes e bebidas lácteas não resistem aos sais biliares, acidez e a alguns compostos do trato gastrointestinal, não atingindo de forma viável o intestino. Um produto só será considerado **probiótico** se conter **este tipo de bactéria** em **quantidade suficiente** no momento do consumo.

Probióticos	Prebióticos
São microrganismos que, quando ingeridos, exercem efeitos benéficos à saúde principalmente por manter o equilíbrio da microbiota intestinal e as defesas contra patógenos. As espécies mais freqüentemente empregadas pertencem aos gêneros <i>Lactobacillus</i> e <i>Bifidobacterium</i> .	São fibras solúveis não-digeríveis, que servem como substrato para os probióticos, ou seja, estimulam o crescimento e/ou atividade desses microrganismos no intestino, apresentando também efeitos benéficos à saúde. Os principais são os frutooligossacarídeos - FOS (oligofrutose) e a inulina.

Quando um alimento contém a associação entre probióticos e prebióticos é chamado **simbiótico**. Enfim, os probióticos, prebióticos e simbióticos são considerados **alimentos funcionais**.